

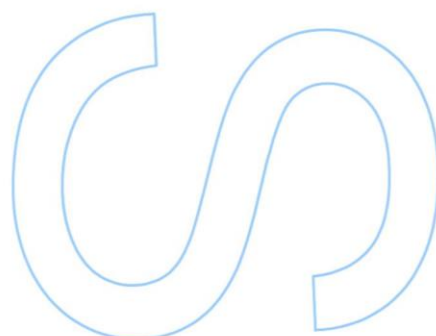
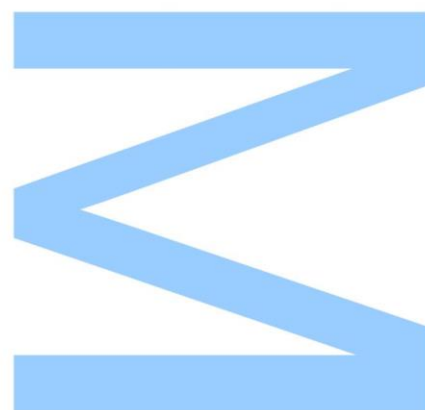


As Bacias de Paisagem do Rio Leça

Rui Pedro Cardoso Francisco
Mestrado em Ecologia, Ambiente e Território
Departamento de Biologia
2016

Orientador

Nuno Formigo, Professor Auxiliar, FCUP

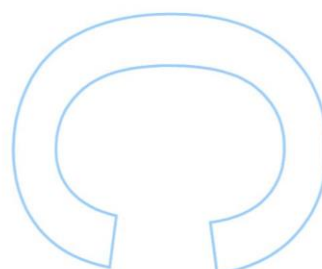
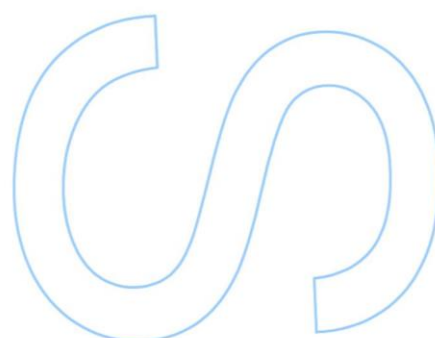
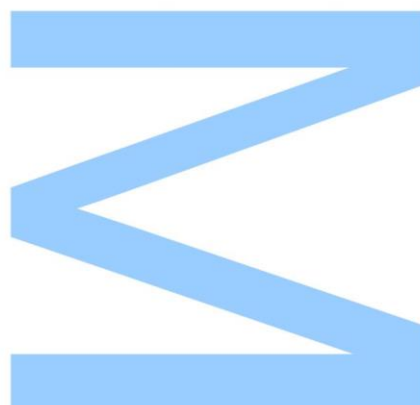




Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram
efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



“Un rio es algo que tiene una fuerte y marcada personalidad, es algo con fisonomia y vida próprias... Se les siente vivir... La vena agua es para eles algo así como la conciencia para nosotros, unas veces cristalina y clara, rumorosa a trechos. El agua es, en efecto, la conciencia del paisaje; en el agua, quando queda quieta y serena, se reflejan los árboles y las rocas, en el agua se ven como en espejo, en el agua se desdoblan, adquieren reflexión de sí: el agua es, repito, la consciencia del paisaje. Donde hay agua, parece el paisaje vivo.”

Unamuno, Por tierras de Españã e Portugal

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho marca o culminar de um projeto de vida pessoal, mas que não teria sido possível sem a colaboração de muitas outras pessoas, a quem agora agradeço.

Ao Professor Nuno Formigo, pelo facto de ter demonstrado interesse em acompanhar-me neste trabalho desde o início em que apresentei a proposta de seminário. Agradeço ainda a orientação, motivação, disponibilidade e o realismo sobre o que era ou não possível fazer nesta tese.

À Sara pelo apoio a todos os níveis, sendo a responsável por, em momentos de grande *stress*, não ter baixado os braços e me ter dado sempre razões a continuar a fim de atingir os meus objetivos.

Aos meus pais e irmão, pelo apoio incondicional e acima de tudo pela paciência.

Ao Gil e ao Ventura por tornarem as saídas de campo ainda mais emocionantes e pelos belos momentos fotográficos à procura de aves, especialmente Guarda-rios e Melro de Água, bem como na recolha de fotografias sobre a paisagem.

RESUMO

O solo constitui um dos recursos naturais fundamentais para o planeamento ambiental e para o ordenamento do território, em articulação com outros recursos, tais como os ecossistemas e os recursos hídricos. O uso e a ocupação do solo não são estáticos no tempo e no espaço, sendo modificados naturalmente ou antropicamente. Estas alterações refletem-se na paisagem, pelo que é importante avaliar o seu estado e evolução para a compreensão da paisagem de um determinado território. A degradação dos ecossistemas associa-se a impactos negativos no bem-estar do Homem e no desenvolvimento económico, sendo atualmente considerada uma área de intervenção prioritária. Também as bacias hidrográficas estão sujeitas a uma grande variedade de problemas/ameaças, que estão implicitamente associados à falta de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos.

Este trabalho teve como principal objetivo caracterizar e avaliar a paisagem ao longo do trajeto do rio Leça, através da caracterização e avaliação da ocupação do solo, dos serviços de ecossistema e do estado do ecossistema ribeirinho.

Para tal, foram realizadas saídas de campo para percorrer o rio Leça e foi usada uma metodologia de caracterização e avaliação baseada no COS2007 e na CICES, bem como uma metodologia específica para a avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola. Foram selecionados 147 pontos de amostragem, distribuídos ao longo das margens do rio Leça tanto em espaços florestais, como agrícolas e urbanos. Foi criado um *buffer* de 100 metros de diâmetro associado a cada ponto marcado. Os *buffers* criados nos 147 pontos ao longo do rio correspondem às áreas de estudo, que o autor definiu como Bacias de Paisagem (BP).

Os resultados indicam que a ocupação urbana constitui 61,9% do total das 147 BP do rio Leça, a ocupação florestal constitui 21,8% e a ocupação agrícola representa 15,6%. As principais ameaças identificadas ao longo das BP foram áreas aridas, áreas de extração de inertes, estufas e viveiros, indústrias, infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais, lixeiras e sucatas, florestas de espécies invasoras e florestas de eucalipto. As BP prioritárias, ou seja, as BP com maior potencial de melhoria, localizam-se maioritariamente em espaços urbanos. Por ordem decrescente, os municípios que apresentam maior número de BP prioritárias são Valongo, Matosinhos, Santo Tirso e Maia. Tendo em conta o potencial máximo ideal das BP do rio Leça e a avaliação realizada neste trabalho, o rio Leça apresenta um potencial de melhoria de até 29,4%. As BP prioritárias representam uma possibilidade

de melhoria dos serviços de ecossistema e ecossistemas fluviais de cerca de 20,9%. Uma vez recuperadas, as BP prioritárias poderão ter um contributo muito significativo na melhoria de todo o rio Leça.

Os resultados obtidos neste estudo revelam de um modo detalhado e atualizado o estado das BP do rio Leça, o que pode ter importantes implicações para a implementação de estratégias e ações no âmbito da conservação e da reabilitação, visto que são identificados os principais elementos e causas dos problemas/ameaças existentes.

Palavras-chave: Paisagem, serviços de ecossistema, ordenamento do território, sistema fluvial, rio Leça, carta de ocupação do solo.

ABSTRACT

Soil is one of the key natural resources for environmental planning and land use planning, in conjunction with other resources, such as ecosystems and water resources. The land use and land cover are not static in time and space, being modified naturally or anthropically. These changes are reflected in the landscape, so it is important to assess their status and evolution for understanding the landscape of a given territory. Degradation of ecosystems is associated with negative impacts on the welfare of human race and economic development, and it is currently considered a priority intervention area. Watersheds are also subject to a variety of problems/threats that are implicitly associated with the lack of land use planning and planning of water resources.

This work aims to characterize and evaluate the landscape along the Leça river path, through the characterization and evaluation of land use, ecosystem services and the quality of the riverine ecosystem.

Field trips were made through the Leça river and characterization and assessment were based on COS2007 and CICES. and a specific methodology was used for the evaluation of the river habitat and the riparian zone. 147 sampling points, distributed along the Leça river, were selected, in forest, agricultural and urban areas. A buffer of 100 meters in diameter associated with each marked point was created. Buffers created in 147 points along the river correspond to the areas of study, which the author defined as landscape basins (LB).

The results indicate that the urban occupation constitutes 61,9% of the 147 LB of the Leça river, forest occupancy is 21,8% and agricultural occupation is 15,6%. The main threats along the LB were burnt areas, stone and sand extraction areas, greenhouses, industries, urban solid waste and residual waters treatment infrastructures, dump areas, forests of invasive species and eucalyptus.

Prioritary LB, which are the LB with the greatest potential for improvement, are located mainly in urban areas. In descending order, the municipalities with the greatest number of priority LB are Valongo, Matosinhos, Santo Tirso and Maia. According to the ideal maximum potential of the Leça river LB assessed in this work, the Leça river has a potential for improvement of up to 29,4%. Priority LB represent a potential for improving the ecosystem services and river ecosystems of up to 20,6%. Once

recovered, the priority LB may have a very significant contribution to the improvement of the entire Leça river.

The results of this study reveal, in a detailed and updated way, the status of the Leça river LB, which may have important implications for the implementation of strategies and actions in the context of conservation and rehabilitation, as the main elements and causes of problems/existing threats are identified.

Keywords: Landscape, ecosystem services, spatial planning,
Leça river, river system, land cover letter.

ÍNDICE

Lista de Tabelas	12
Lista de Figuras	14
1. Introdução.....	20
1.1. A paisagem.....	21
i. Conceito de paisagem	21
ii. A Ecologia da paisagem	24
1.2. Ocupação e uso do solo	27
1.2.1. Definição de ocupação e uso do solo	27
1.2.2. Metodologias de Avaliação de Ocupação do Solo	28
1.3. Serviços de Ecossistema.....	30
1.3.1. Definição de Serviços de Ecossistema	30
1.3.2. <i>O Millenium Ecosystem Assessment</i>	32
1.3.3. <i>Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)</i>	34
1.4. As bacias hidrográficas.....	34
1.4.1. Definição	34
1.4.2. Ameaças	35
1.5. Sistemas Fluviais.....	38
1.5.1. Definição de Sistema Fluvial.....	38
1.5.2. Zonas ripícolas	40
1.5.3. Metodologias de avaliação dos sistemas fluviais e ripícolas	43
2. Objetivos.....	44
3. Material e Métodos	46
3.1. Área de Estudo	46
3.1.1. Hidrografia	47
3.1.2. Geologia e Geomorfologia	48
3.1.3. Clima	50
3.2. Metodologia de Campo.....	51

3.2.1. Amostragem	51
3.2.2. Avaliação	54
4. Resultados.....	60
5. Discussão dos resultados	76
6. Conclusão.....	86
7. Bibliografia.....	88
Anexo I – Exemplos de algumas BP Prioritárias	95

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Compilação de Propostas de definições de Paisagem.....	22
Tabela 2 - Atributos ecológicos da zona ripícola e respetivas funções e atributos específicos.....	41
Tabela 3 - Estrutura da CICES.	58
Tabela 4 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS.....	97
Tabela 5 - Classificação da CICES da BP 1	98
Tabela 6 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP 1	98
Tabela 7 - Avaliação final da BP 1	99
Tabela 8 - Legenda da tabela de análise do rio Leça.....	99
Tabela 9 - Avaliação área da bacia de paisagem com base na COS.....	101
Tabela 10 - Classificação da CICES da BP 50.....	103
Tabela 11 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP 50	103
Tabela 12 - Avaliação final da BP 50	104
Tabela 13 - Legenda da tabela de análise do rio Leça.....	104
Tabela 14 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS.....	107
Tabela 15 - Classificação da CICES da BP 71.....	109
Tabela 16 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP 71	109
Tabela 17 - Avaliação final da BP 71	110
Tabela 18 - Legenda da tabela de análise do rio Leça.....	110
Tabela 19 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS.....	114
Tabela 20 - Classificação da CICES da BP 145.....	116
Tabela 21 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP 145	116
Tabela 22 - Avaliação final da BP 145	117
Tabela 23 - Legenda da tabela de análise do rio Leça.....	117

Lista de Figuras

Figura 1 - Elementos básicos da Estrutura da paisagem.	25
Figura 2 - Representação da Estrutura da Paisagem: Modelo matriz – mancha – corredor..	26
Figura 3 - Estrutura conceptual do Millenium Ecosystem Assessment parte 1.....	31
Figura 4 - Estrutura conceptual do Millenium Ecosystem Assessment parte 2. ...	33
Figura 5 - Vista tridimensional de um ecossistema ripícola, incluindo elementos de paisagem superficiais e sub-superficiais..	40
Figura 6 - Enquadramento da área de estudo.....	46
Figura 7 - O rio Leça e os seus afluentes mais relevantes	48
<i>Figura 8 – Mapa do esboço litológico da Bacia Hidrográfica do Rio Leça.</i>	49
Figura 9 - Hipsometria da Bacia do rio Leça	49
Figura 10 - Localização geográfica das Bacias de Paisagem do rio Leça	53
Figura 11 - Ficha de campo para caracterização e avaliação do rio Leça – Parte I	55
Figura 12 - Ficha de campo para caracterização e avaliação do rio Leça – Parte II... ..	56
Figura 13 - Tipo de Ocupação do Solo ao longo do rio Leça.....	60
Figura 14 - Exemplo de ocupação do solo “Indústria” presente na BP 145	62
Figura 15 - Exemplo de ocupação do solo “Reservatórios de represas ou de açudes” presente na BP 94	62
Figura 16 - Exemplo de ocupação do solo “Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas” presente na BP 134	62
Figura 17 - Exemplo de ocupação do solo “Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas” presente na BP 73	62
Figura 18 - Exemplo de ocupação do solo “Outras formações lenhosas” de água natural” presente na BP 25	63
Figura 19 - Exemplo de ocupação do solo “Cursos de água natural” presente na BP 83	63
Figura 20 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 73	64
Figura 21 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 118	64
Figura 22 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 71	64
Figura 23 - Focos de poluição pontual presente na BP 111	64
Figura 24 - Presença de obstáculos no rio Leça presente na BP 136	64

Figura 25 - Presença de eutrofização e de vegetação exótica na água presente na BP 111	64
Figura 26 - Identificação das 5BP Prioritários no Município de Santo Tirso (assinaladas com as setas).	65
Figura 27 - Identificação das 8BP Prioritários no Município de Valongo (assinaladas com as setas).	65
Figura 28 - Identificação das 1BP Prioritários no Município da Maia (assinalada com a seta).	66
Figura 29 - Identificação das 6BP Prioritários no Município de Matosinhos (assinaladas com as setas).	66
Figura 30 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Florestal (assinaladas com as setas).....	68
Figura 31 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Agrícola (assinalada com a seta).....	69
Figura 32 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Urbano (assinaladas com as setas).....	70
Figura 33 - Áreas ardidas presente na BP 22	73
Figura 34 - Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais (LIPOR) presente na BP 124	73
Figura 35 - Estufas e viveiros presente na BP 32	73
Figura 36 - Indústrias presente na BP 145.....	73
Figura 37 - Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais ao fundo presente na BP 118	73
Figura 38 -Florestas de Eucalipto presente na BP 3	73
Figura 39 – Informação distinta entre o Google earth e a COS 2007	77
Figura 40 - Espécie invasora (Silva - Rub	81
Figura 41 - Espécie invasora (Bons-dias - Ipomoea indica) presente na BP 32 ...	81
Figura 42 - Floresta de eucalipto (Eucalyptus globulus) presente na margem do rio Leça na BP 81	81
Figura 43 - Ausência de vegetação herbácea natural presente na BP 127	82
Figura 44 - Ausência de vegetação herbácea na BP 139	82
Figura 45 - Ausência de vegetação herbácea natural na BP 128.....	82
Figura 46 - Espaço verde urbano presente na BP 117.....	83
Figura 47 - Açude presente na BP 136	83
Figura 48 - Açude presente na BP 94	83
Figura 49 - Açude presente na BP 60	83
Figura 50 - Área da bacia de paisagem nº1 (excerto da carta militar nº. 98)	96

Figura 51 - Área da bacia de paisagem nº1	97
Figura 52 - Nascente do rio Leça	97
Figura 53 - Envolvente da nascente do rio Leça	97
Figura 54 - Margem esquerda e direita a jusante da nascente do rio Leça	97
Figura 55 - Área da bacia de paisagem nº50 (excerto da carta militar nº 98)	100
Figura 56 - Área da bacia de paisagem nº50	101
Figura 57 - Envolvente da BP 50 - Parte 1	102
Figura 58 - Envolvente da BP 50 - Parte 2	102
Figura 59 - Envolvente da BP 50 - Parte 3	102
Figura 60 - Área da bacia de paisagem nº71 (excerto da carta militar nº110)	106
Figura 61 - Área da bacia de paisagem nº71 (fonte: Google Earth)	106
Figura 62 - Envolvente da BP 71 parte 1	108
Figura 63 - Envolvente da BP 71 parte 2	108
Figura 64 - Envolvente da BP 71 parte 3	108
Figura 65 - Envolvente da BP 71 parte 4	108
Figura 66 - Área da bacia de paisagem nº145 (excerto da carta militar nº 110) .	112
Figura 67 - Área da bacia de paisagem nº145	112
Figura 68 - Envolvente da BP 145 - Parte 1	115
Figura 69 - Envolvente da BP 145 - Parte 2	115
Figura 70 - Envolvente da BP 145 - Parte 3	115

Lista de Abreviaturas

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

AVH – Avaliação Visual do Habitat

BP – Bacia de Paisagem

COS – Carta de Ocupação do Solo

DQA – Diretiva-Quadro da Água

GQC – Grau de Qualidade do Canal

GPS – Sistema de Posicionamento Global

ICNF – Instituto de Conservação da Natureza e das Florestas

IHF – Índice de Habitat Fluvial

INAG – Instituto Nacional da Água

ONGA – Organização Não Governamental de Ambiente

PGBH - Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica

PGRH - Plano de Gestão de Região Hidrográfica

QBR – Qualidade do Bosque Ribeirinho

RH3 - Região Hidrográfica do Douro

SIC – Sítio de Interesse Comunitário

SIG – Sistema de Informação Geográfica

1.Introdução

“ Tudo o que está a nossa volta, e tudo o que os nossos sentidos podem perceber, apresenta-nos incessantemente uma enorme diversidade de fenômenos que, sem dúvida, quanto mais os considera comuns, maior é a diferença do homem como para com eles, mas que o verdadeiro filósofo não pode julgar sem interesse “ (Dajoz, 2005)

Lamarck, Pesquisa sobre as causas das principais ações físicas

1.1. A paisagem

i. Conceito de paisagem

De acordo com a primeira Lei de Bases do Ambiente (Lei nº11/87 de 07 de abril, entretanto substituída pela Lei 19/2014 de 14 de abril), “a paisagem é a unidade geográfica, ecológica e estética resultante da ação do homem e da reação da Natureza, sendo primitiva quando a ação daquele é mínima, e natural quando a ação humana é determinante, sem deixar de se verificar o equilíbrio biológico, a estabilidade física e a dinâmica ecológica”.

As paisagens são ecossistemas que ocorrem numa escala espacial e temporal (Working, 1998). Cada ecossistema é composto por um conjunto de movimentos de materiais, tais como movimentação de sedimentos e escoamento de águas pluviais, movimentação de energia e de organismos (Working, 1998).

A Tabela 1 constitui uma compilação de possíveis propostas de definições de paisagem.

De modo a garantir uma gestão adequada da paisagem, torna-se crucial a compreensão das diferentes definições de paisagem e dos seus princípios.

A definição de Forman e Godron (1986) (Tabela 1), é a que mais se enquadra no âmbito deste trabalho. Por um lado, descreve a perceção científica que se possui quando se visualiza pela primeira vez uma qualquer paisagem; por outro lado, este trabalho foi precisamente desenvolvido ao nível da paisagem, identificando os ecossistemas presentes, bem como os seus serviços disponíveis.

Tabela 1 – Compilação de Propostas de definições de Paisagem. Fonte: adaptado de (Fernandes, 2012)

Autor(es)/Ano	Propostas de definições de “Paisagem”
Humboldt (18-) (retirado de (Bastian e Steinhardt, 2002))	“a total impressão de uma região da Terra”
Troll 1970 (retirado de (Bastian e Steinhardt, 2002))	“a entidade espacial e visual total do espaço de vida humana, integrando a geosfera com a biosfera e seus noosféricos artefactos concebidos pelo homem”
Forman e Godron 1986 (retirado de (Farina, 2006))	“uma paisagem pode ser definida como uma área heterogénea composta por um conjunto de ecossistemas que interagem entre si (elementos de paisagem), que é repetido de forma similar por toda a parte”
Naveh e Liberman 1994 (retirado de (Wu e Hobbs, 2002))	“as paisagens podem ser reconhecidas como tangíveis e heterogéneas mas encontram-se intimamente ligadas às entidades naturais e culturais do nosso espaço total de vida”
Haber 2004 (retirado de (Farina, 2006))	“um pedaço de terra, que percebemos de forma abrangente em torno de nós, sem olhar de perto para componentes isolados, e que nos parecem familiares”

De modo a preservar a paisagem é essencial a proteção do território. Este constitui um recurso e um suporte de vida, e a sua utilização deve ser tal que garanta a sua aptidão produtiva no futuro, assim como a adequação a estratégias de desenvolvimento sustentável (Fadigas, 2007). O ambiente é vital para o uso sustentável do território, constituindo um dos seus três pilares fundamentais (ambiente, economia e sociedade), e serve de apoio para estratégias, metodologias e processos que tornam o mesmo possível. É através do ambiente que se determina a forma, a intensidade e os níveis de sustentabilidade e de continuidade de utilização do território, que por sua vez serve de suporte vital à presença e atividade humanas (Fadigas, 2007).

Com o avanço tecnológico, é fácil permanecer com o pensamento de que a sociedade já não depende da Natureza. As populações aglomeram-se nas grandes cidades e a Natureza vai surgindo apenas como algo estético a visitar em momentos de lazer. No entanto, e apesar da tentativa de distanciamento, o Homem permanece indubitavelmente dependente da

Natureza e deve ter presente o conceito de sustentabilidade, tendo em atenção que os recursos da Terra são finitos (MEA, 2005; Kendall, 1992).

Caso não ocorram modificações nas atividades humanas deletérias para o ambiente e seus recursos, muitas vezes com consequências irreversíveis, o futuro da nossa sociedade pode estar comprometido, alterando o planeta de tal forma que este será incapaz de sustentar a vida do modo que se conhece hoje (Kendall, 1992). Para manter o equilíbrio dos sistemas naturais é fundamental modificar as atividades humanas, percebendo que a proteção do ambiente fomenta o desenvolvimento económico sustentável e a gestão adequada dos recursos, sem compromisso das gerações futuras (Fadigas, 2007).

Dos vários recursos naturais sujeitos a pressões de uso por parte da sociedade, destacam-se a água e o solo como os que potenciam maiores preocupações (Saraiva, 1999).

ii. A Ecologia da paisagem

O conceito de Ecologia de Paisagem foi pela primeira vez descrito por Carl Troll, em 1939. A Ecologia de Paisagem surge a partir de duas visões distintas, uma de origem europeia e a outra de origem norte-americana, não existindo uma definição consensual em toda a comunidade científica (Pinto, 2013).

A abordagem europeia, também denominada por “abordagem geográfica”, foi desenvolvida essencialmente por geógrafos. Apresenta uma visão holística, centrada na sociedade, mais concretamente no planeamento da ocupação territorial, no estudo de paisagens modificadas pelo Homem e no estudo das inter-relações do homem com o seu espaço (Metzger, 2001; Wu, 2006). Esta visão utiliza macro-escalas na análise espacial da paisagem e é definida como uma disciplina integradora de ciências sociais (geografia humana, sociologia), geofísicas (geografia) e biológicas (ecologia) (Metzger, 2001).

Por sua vez, a abordagem norte-americana ou “abordagem ecológica”, desenvolvida por ecólogos e biogeógrafos, possui uma perspetiva espacial focada na bioecologia, mais especificamente na análise dos efeitos da organização e composição espaciais da paisagem sobre os processos ecológicos (Metzger, 2001; Wu, 2006). As paisagens naturais, a aplicação de conceitos de ecologia de paisagem para a conservação da diversidade biológica e a utilização de recursos naturais são fatores a que esta perspetiva dá acrescida relevância, ao contrário da perspetiva anterior. Outro ponto de divergência entre estas duas abordagens é o facto de a abordagem ecológica não atribuir tanta importância às macro-escalas como a abordagem geográfica (Metzger, 2001).

Apesar dos pontos divergentes entre as duas abordagens, ambas as visões são necessárias e complementares, pelo que se torna fundamental a compreensão e a atribuição de valor às duas perspetivas (Wu & Hobbs, 2007).

A Ecologia de Paisagem pode, então, ser definida como o estudo dos padrões da paisagem, das interações entre manchas num mosaico de paisagem e da forma como estes padrões e interações mudam no tempo.

A estrutura da paisagem é constituída por três elementos base: matriz, manchas e corredores. A descoberta de que qualquer ponto no interior de uma paisagem se encontra dentro de um destes três elementos base, levou à criação do modelo matriz – mancha – corredor (Farina, 2006; Grillmayer, 2002) (Figuras 1 e 2). O arranjo espacial destes três elementos da paisagem é o principal determinante dos fluxos e movimentos que ocorrem dentro e ao longo da paisagem. Deste modo, as mudanças que ocorrem ao nível da estrutura da paisagem são indicadoras da alteração de processos, sendo este um modelo de grande aplicabilidade na descrição e análise dos processos que ocorrem na paisagem (Barnes, 2000).

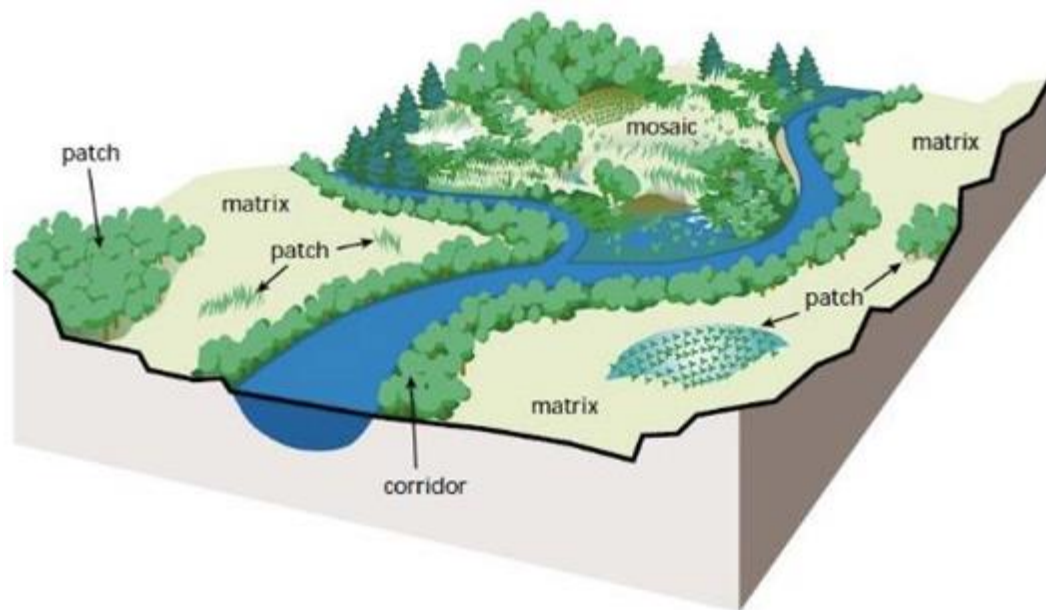


Figura 1 - Elementos básicos da Estrutura da paisagem. Fonte: FISGRW, 1998. Stream Corridor Restoration: Principles, Processes and Practices by The Federal Interagency Stream Restoration Working Group ((15 Federal agencies of the Us gov't) GPO Item 0120-A ; Su Docs No.A 57.6/2=EN3/PT.653.0-93421-359-3).

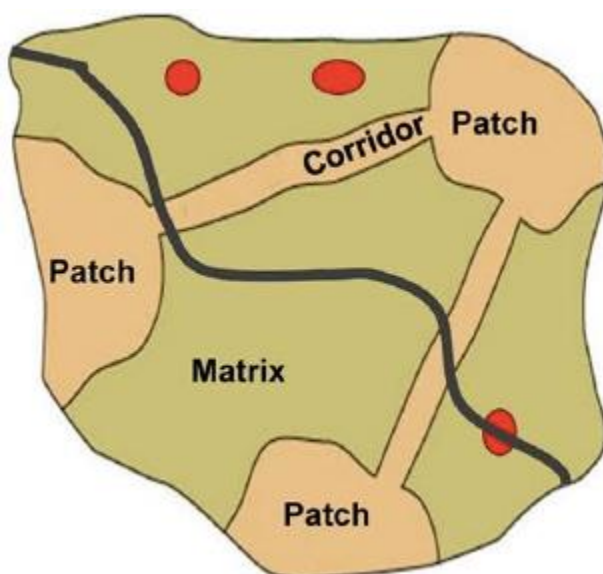


Figura 2 - Representação da Estrutura da Paisagem: Modelo matriz – mancha – corredor. Fonte: adaptado de (Angela Lauscha, 2015).

Os conceitos de espécie exótica e de espécie invasora são igualmente importantes na interpretação a qualidade de uma paisagem (Adams et al., 2007). As plantas exóticas são aquelas que foram transportadas do seu *habitat* natural para outros locais, estando em algumas situações integradas, de uma forma equilibrada, com as espécies nativas. Contudo, podemos ter espécies que, uma vez retiradas do local de origem, desenvolvem comportamentos invasores, superando barreiras geográficas, barreiras bióticas e abióticas, mantendo populações estáveis, que constituem as espécies invasoras. (Marchante et al., 2016). Em suma, as espécies exóticas e invasoras, devido às suas interações, acabam por moldar ou mesmo modificar as paisagens, tornando-as mais suscetíveis a pragas (Adams et al., 2007).

1.2. Ocupação e uso do solo

1.2.1. Definição de ocupação e uso do solo

O solo, enquanto suporte de atividades sociais e de funções ecológicas, constitui um dos recursos naturais fundamentais para o planeamento ambiental e para o ordenamento do território, em articulação com outros recursos, tais como os recursos hídricos, indispensáveis aos processos vitais (Saraiva, 1999).

A informação sobre a ocupação do solo constitui um tipo de informação crucial no que se refere ao Ambiente. A importância deste tipo de informação ocorre em vários planos, nomeadamente científico, gestão de recursos e definição de políticas (Cihlar, 2000).

Numa análise de ocupação e uso do solo é importante perceber que estes dois conceitos, embora semelhantes, não têm o mesmo significado. (Comber et al., 2008; Meyer & Turner, 1996).

A ocupação do solo refere-se aos atributos biofísicos da superfície do solo, e abrange as diferentes camadas de solo e de biomassa como é o caso da vegetação da superfície do solo, a água, os materiais do solo e as estruturas humanas na superfície do solo. Por conseguinte, a ocupação do solo resume-se ao estado biofísico da superfície do solo e às estruturas construídas pelo homem (Lambin, 2001; Meyer & Turner, 1996). Por sua vez, o uso do solo consiste na forma como as características biofísicas do solo são manipuladas e alteradas em função do uso que o Homem lhe pretende dar (Meyer & Turner, 1996; Comber et al., 2008).

Desta forma, um tipo de ocupação do solo pode assumir vários usos. Por exemplo, a ocupação do solo com erva pode ocorrer em diferentes contextos de uso do solo, tais como campos desportivos, parques urbanos, terrenos residenciais ou pastagens (Comber et al., 2008).

A ocupação do solo é um fator determinante do uso do solo e, conseqüentemente, do seu valor (Cihlar, 2000).

O uso e a ocupação do solo não são estáticos no tempo e no espaço, sendo modificados naturalmente ou antropicamente. Tais alterações refletem-se na paisagem, pelo que se depreende a importância da avaliação do seu estado e evolução para a compreensão da paisagem de um determinado território (Meneses et al., 2014).

1.2.2. Metodologias de Avaliação de Ocupação do Solo

A cartografia de uso e ocupação do solo é uma das matrizes fundamentais para o ordenamento do território, pois permite a representação da realidade do terreno, das atividades aí implementadas e da distribuição espacial dos fenómenos (Meneses et al., 2014). A produção de cartografia de uso e ocupação do solo é um trabalho executado ao abrigo de um protocolo de colaboração com a Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

A cartografia de uso e ocupação do solo para Portugal Continental era escassa até à década de 1990, o que inviabilizava a avaliação da caracterização deste território.

As principais fontes cartográficas de ocupação e uso do solo atualmente disponíveis para Portugal Continental são a Carta de Ocupação do Solo de 1990 (COS 90), a COS 2007, a carta CORINE Land Cover (CLC) para 1985/86/87 (CLC90), a carta CLC2000 e a carta CLC 2006 (Painho & Caetano, 2006).

A COS90 foi produzida pelo Centro Nacional de Informação Geográfica (CNIG), atualmente integrado no Instituto Geográfico Português (IGP), em conjunto com a Associação das Empresas Produtoras de Pasta de Celulose (ACEL), atual Associação da Indústria Papeleira (CELPA). Este projeto consistiu na obtenção de informação gráfica e numérica sobre a ocupação do solo no território de Portugal Continental, resultando num produto à escala de 1:25000, com uma Unidade Mínima Cartográfica (UMC) de 1 hectare (ha) (INCF, 1994).

A COS 2007 veio atualizar a informação da COS90, diferindo desta na distância mínima entre linhas (20m na COS 2007 vs 40m na COS90), na

maior exatidão posicional da própria cartografia, na melhor qualidade das imagens fotográficas obtidas e na melhor caracterização da fenologia da vegetação. Outra das vantagens da COS 2007 consiste no uso de uma nomenclatura de ocupação/uso do solo compatível com a nomenclatura da carta CLC. A COS 2007 tem 193 classes de ocupação/uso do solo, descritas de forma detalhada, e que se encontram hierarquizadas em 5 níveis. Na definição da nomenclatura da COS 2007 foi também feito um esforço para harmonizar, em termos de classes, com outras nomenclaturas internacionais, tais como o *Temperate and Boreal Forest Resources Assessment 2000* (UN-ECE/FAO, 2000) e o *Land Cover Classification System* (Di Gregorio & Jansen, 2000) das Nações Unidas (UN-ECE/FAO, 2000) (Caetano et al., s.d.).

A carta CLC insere-se num contexto mais vasto do que a COS, quer a nível geográfico, quer a nível programático. Trata-se de uma iniciativa europeia, incluída no programa CORINE (*COOrdination of INformation on the Environment*), em que uma das principais componentes é a informação cartográfica de ocupação/uso do solo (Heymann et al., 1994). Esta cartografia tem uma escala de utilização nacional/regional (1:100000), uma UMC de 25 ha e uma nomenclatura constituída por 44 classes, organizadas igualmente de forma hierárquica (Caetano et al., s.d.; Heymann et al., 1994).

1.3. Serviços de Ecossistema

1.3.1. Definição de Serviços de Ecossistema

A evolução da Humanidade esteve desde sempre dependente da disponibilidade e variedade dos serviços prestados pela biosfera e pelos seus ecossistemas.

Define-se ecossistema como uma unidade funcional onde um conjunto de comunidades de plantas, animais e microrganismos interagem de uma forma dinâmica com o meio abiótico (Duquet, 2007) (Pereira et al., 2009). Os serviços de ecossistema podem ser interpretados como os benefícios que o Homem obtém dos ecossistemas.

Os serviços de ecossistema integram uma variedade de serviços, nomeadamente serviços de produção, serviços de regulação, serviços de suporte e ainda de serviços culturais (Pereira et al., 2009).

Os serviços de produção incluem produtos como alimentos, combustível e fibras; os serviços de regulação incluem processos tais como a regulação do clima e o controlo de doenças; os serviços culturais abrangem os benefícios espirituais e estéticos; e os serviços de suporte incluem a formação do solo, o ciclo dos nutrientes e a fotossíntese (MEA, 2005) Os serviços de produção, regulação e os serviços culturais são os que têm impactes diretos no bem-estar humano, sendo que os serviços de suporte sustentam os restantes serviços – Figura 3 (Pereira et al., 2009).

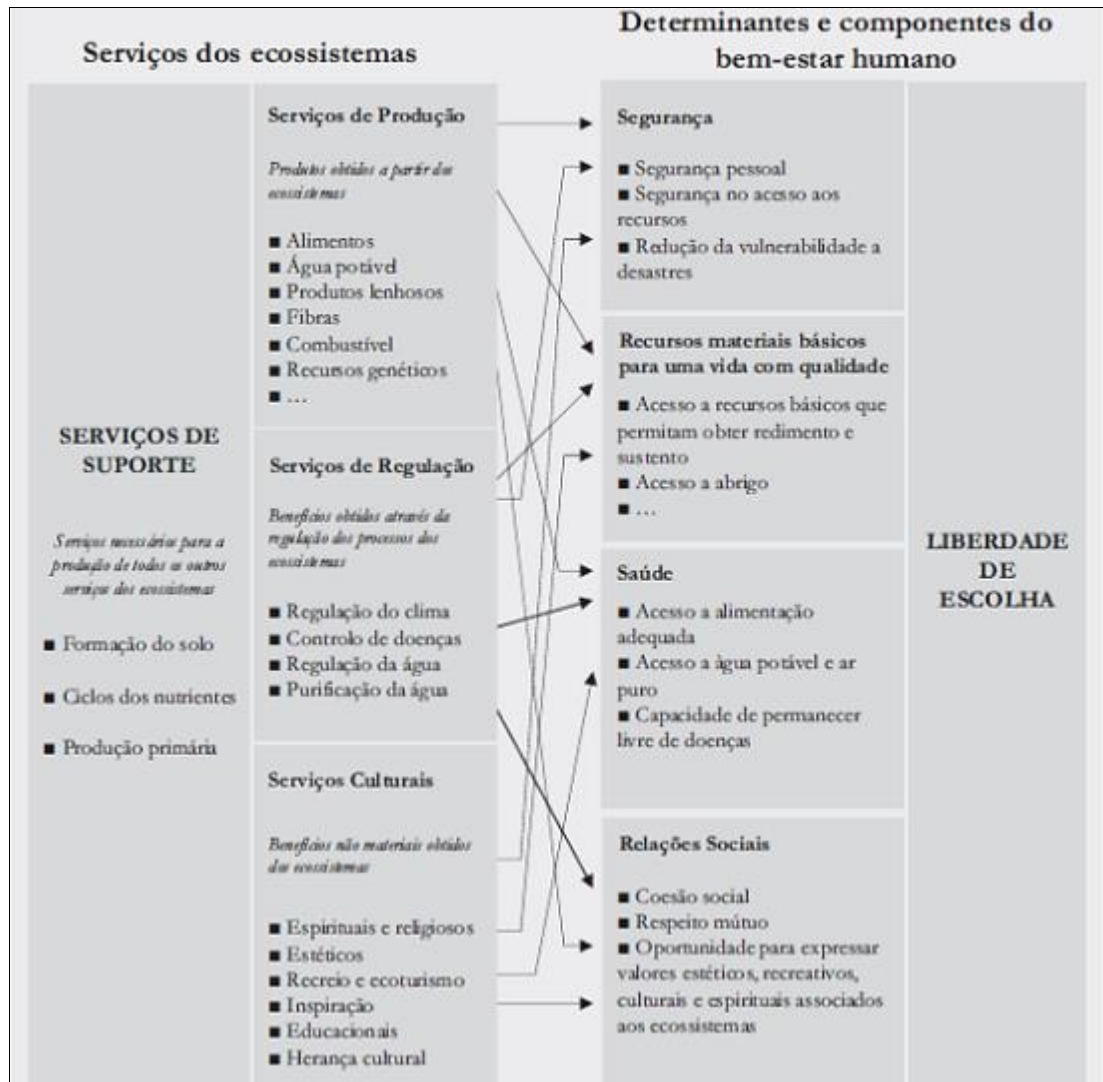


Figura 3 - Estrutura conceitual do *Millenium Ecosystem Assessment* parte 1. Fonte: adaptado de (Pereira et al., 2009)

A apresentação do Relatório do Milénio para a Assembleia Geral das Nações Unidas, em abril de 2000, veio chamar a atenção para o estado de degradação dos ecossistemas. Esta degradação associa-se a impactos negativos no bem-estar do Homem e no desenvolvimento económico, pelo que passou a ser uma área de intervenção prioritária (Pereira et al., 2009).

Kofi Annan, Secretário-geral das Nações Unidas entre 1997 e 2007, baseando-se neste mesmo relatório e com o objetivo de interiorizar na população a ideia de que ecossistemas geridos de forma eficaz potenciam metas alcançáveis para um desenvolvimento sustentável e para a erradicação da pobreza, afirmou: “É impossível planejar políticas ambientais eficazes sem que estejam baseadas em informação científica sólida. Enquanto grandes avanços na aquisição e recolha de dados têm

sido obtidos em muitas áreas, são muitas as lacunas existentes no nosso conhecimento. Em particular, nunca existiu uma avaliação compreensiva global sobre os principais ecossistemas mundiais. O *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA) surge como um esforço internacional de colaboração a larga escala para mapear a saúde do nosso planeta, em resposta a esta necessidade.” (Pereira et al., 2009).

1.3.2. O *Millenium Ecosystem Assessment*

O *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA), lançado pelo Secretário-geral das Nações Unidas em 2001, é uma metodologia capaz de avaliar as consequências das alterações nos ecossistemas para o bem-estar humano, bem como para estabelecer uma base científica para uma melhoria da gestão dos ecossistemas, de modo a garantir a sua conservação e uso sustentável (Pereira et al., 2009). O MEA focou-se principalmente nos serviços de ecossistemas, ou seja, na procura dos benefícios diretos e indiretos que nos é permitido obter a partir dos ecossistemas, como alimentos, matérias-primas, regulação do ciclo da água e formação do solo (Pereira et al., 2009).

Tal como mencionado anteriormente, a estrutura conceptual do MEA assume uma posição de colocar o bem-estar humano como ponto central da avaliação, mas ainda assim reconhece o valor intrínseco que a biodiversidade e os ecossistemas possuem (Figura 4).

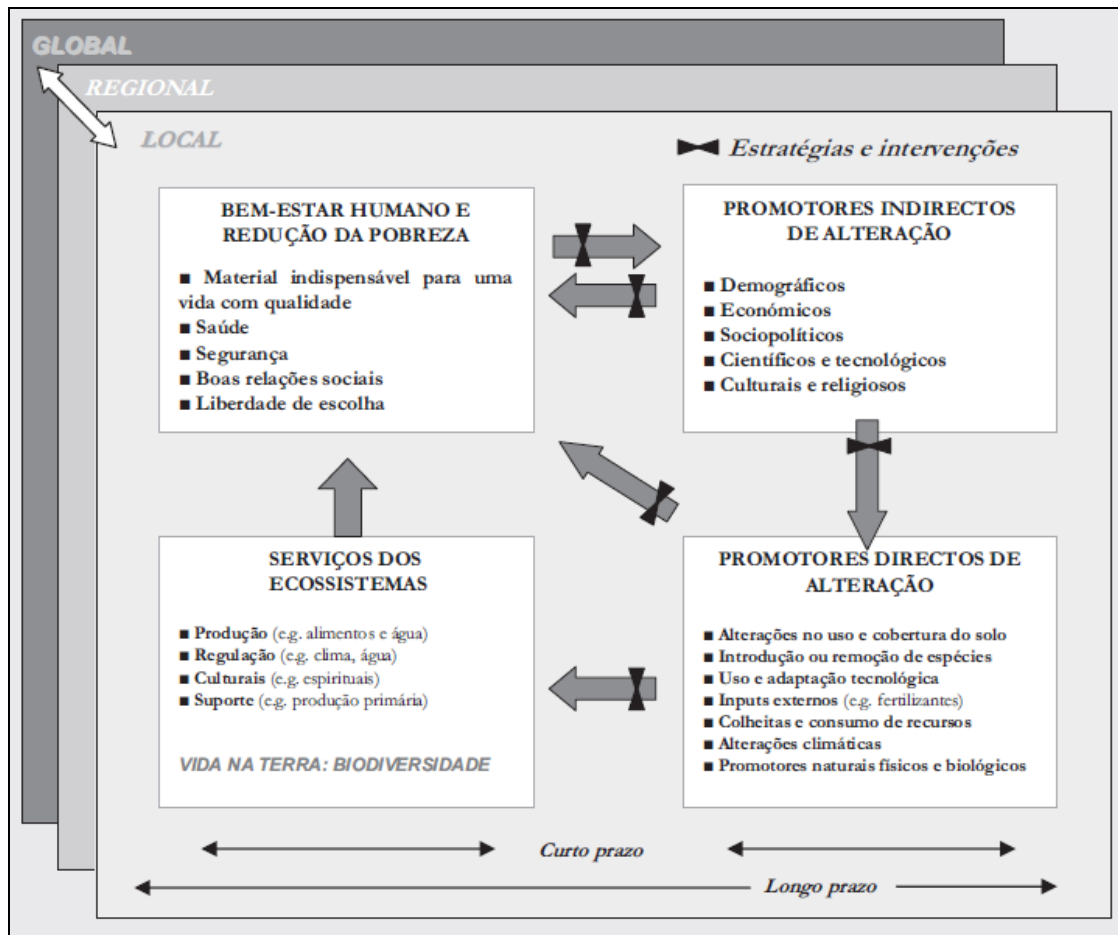


Figura 4 - Estrutura conceitual do *Millenium Ecosystem Assessment parte 2*. Fonte: adaptado de (Pereira, Domingos, Vicente, & Proença, 2009).

O MEA foi também concebido para descrever e avaliar a gama de serviços que as populações obtêm da natureza a nível global. A conclusão foi de que cerca de dois terços dos serviços ecossistémicos mundiais estão a degradar-se ou estão a ser utilizados de forma insustentável (Pereira et al., 2009).

1.3.3. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)

A *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) foi desenvolvida pela *European Environment Agency* (EEA), com o intuito de quantificar a disponibilidade de um determinado tipo de ocupação e utilização do solo, bem como para aferir o benefício retirado pelo homem do ecossistema em causa (*European Environment Agency*, 2013). Desta forma, para que os serviços de ecossistema se tornem valorizados economicamente, foi necessário o mapeamento dos mesmos (*EEA*, 2013).

Segundo a classificação CICES, os serviços de ecossistema podem ser divididos em três secções e estas subdividem-se em componentes bióticas ou abióticas: (*EEA*, 2013):

- Secção 1. Serviços de Produção – Distinção entre materiais obtidos a partir da biomassa e da água;
- Secção 2. Serviços de Regulação e manutenção – Interações em que os organismos vivos consigam mediar ou moderar o meio ambiente, influenciando o ser humano. Abrange ainda a degradação de resíduos e substâncias tóxicas, tendo em consideração os fluxos de sólidos, líquidos e gasosos que possam influenciar o ser humano.
- Secção 3. Serviços Culturais – Todas as interações físicas, espirituais, intelectuais e simbólicas entre ambiente e paisagem que afetem o ser humano.

1.4. As bacias hidrográficas

1.4.1. Definição

Uma bacia hidrográfica é “uma área definida topologicamente, drenada por um curso de água ou por um sistema integrado de cursos de água, tal que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída” (Lencastre, 2010).

Na área de uma bacia hidrográfica estão presentes diversos ecossistemas que interagem entre si (Burel & Baudry, 2004).

1.4.2. Ameaças

As bacias hidrográficas estão sujeitas a uma grande variedade de problemas/ameaças, tendo como uma das principais causas a concentração populacional (Teiga, 2003).

O artigo nº 14 do Decreto-Lei nº 58/2005 de 29 de Dezembro (Lei da Água) define dois princípios relativamente ao ordenamento e planeamento dos recursos hídricos:

“1 — O ordenamento e planeamento dos recursos hídricos visam compatibilizar, de forma integrada, a utilização sustentável desses recursos com a sua proteção e valorização, bem como com a proteção de pessoas e bens contra fenómenos extremos associados às águas”;

“2 — Devem ser planeadas e reguladas as utilizações dos recursos hídricos e das zonas que com eles confinam de modo a proteger a quantidade e a qualidade das águas, os ecossistemas aquáticos e os recursos sedimentológicos” (DL nº58/2005 de 29 de Dezembro – artigo nº14).

No entanto, na maioria das situações, verifica-se a inexistência da aplicação destes princípios ao longo da extensão das linhas de água.

Segundo Teiga (2003), existem sete grandes grupos de problemas associados às bacias hidrográficas, influenciando direta e/ou indiretamente os sistemas ribeirinhos:

1. Recursos hídricos:
 - a. Estado da qualidade dos meios hídricos
 - b. Risco de poluição accidental

2. Procura e oferta da água:
 - a. Escassez e falta de garantia para as utilizações e requisitos ambientais
 - b. Deficiente proteção das origens e captações
 - c. Ausência significativa de aplicação dos instrumentos de monitorização, controlo e auto controlo
3. Domínio hídrico e ordenamento:
 - a. Ausência de tradição e de definição de estratégias de planeamento integrado e participado
 - b. Deficiente ordenamento dos recursos hídricos ao nível das bacias hidrográficas
 - c. Ocorrência recorrente de inundações em zonas urbanas e agrícolas ribeirinhas e inundações induzidas pelas atividades humanas
4. Conservação da natureza:
 - a. Degradação das galerias ripícolas
 - b. Desequilíbrios nas comunidades biológicas autóctones em ecossistemas de águas interiores em que ocorrem espécies exóticas
5. Meios institucionais e dispositivos legais:
 - a. Fragilidades nas áreas de licenciamento e fiscalização
 - b. Deficiente aplicação da Diretiva Quadro da Água e das Convenções internacionais
6. Regime económico e financeiro:
 - a. Ineficácia dos preços, sem reflexos no uso eficiente da água;
 - b. Desequilíbrio entre custos e receitas
7. Informação, participação e conhecimento:
 - a. Escassa participação nos processos públicos
 - b. Desconhecimento do sistema de participação

Os problemas acima enunciados estão implicitamente associados à falta de ordenamento e planeamento dos recursos hídricos, o que influencia negativamente a utilização e a disponibilidade do solo (Teiga, 2003).

A resolução destes problemas diretamente na fonte pode ser uma estratégia válida, exceto se existirem problemas a montante da fonte inicialmente identificada. A visão mais vantajosa a longo prazo, quer a nível ecológico, quer a nível económico, será a de trabalhar ao nível da bacia hidrográfica, resolvendo-se gradualmente os problemas da zona de nascente até à foz. Uma abordagem que se baseie nestes princípios permite a resolução e prevenção de problemas frequentes nas bacias hidrográficas, dos quais são exemplo a perda de galerias ripícolas, o aumento da eutrofização, a perda da biodiversidade, o aumento das zonas de assoreamento e das zonas de acumulação de resíduos, as descargas de efluentes domésticos, industriais e pluviais, e ainda a utilização excessiva de água (Teiga, 2003).

1.5. Sistemas Fluviais

1.5.1. Definição de Sistema Fluvial

Ao longo da evolução do Homem, o rio tem sido um elemento fundamental da paisagem natural e cultural (Saraiva, 1999). O rio possui um papel fundamental na paisagem, estruturando-a e organizando-a. Assim, podemos assumir que um rio é um sistema no qual nem sempre é fácil separar causas e efeitos, e onde os componentes bióticos e abióticos interagem de forma contínua e dinâmica (Almeida, 2009).

Segundo Schumm (1977), um sistema fluvial é entendido como uma fonte de sedimentos, uma rede de transporte (Brunke & Gonser, 1997) e sítios de deposição.

No estudo de um sistema fluvial devem ser realçados alguns conceitos, nomeadamente a uniformidade dos processos, os limiares de mudança, a evolução da paisagem e as respostas complexas. A uniformidade dos processos consiste na permanência das leis físicas no espaço e no tempo. O limiar de mudança define-se como o nível de energia necessário para conduzir a uma alteração no estado do sistema. A evolução da paisagem descreve a alteração da paisagem no tempo, seja ele tempo geológico ou tempo humano. As respostas complexas dizem respeito às respostas e ajustes do sistema às mudanças, às retroalimentações e às inúmeras outras variáveis envolvidas (Souza, 2013).

Duas características particulares do funcionamento dos sistemas fluviais são a conectividade e a largura do corredor ripário. A conectividade de um sistema fluvial é afetada de forma direta pela utilização do solo e pelas construções em prol do Homem, tais como açudes e intervenções ribeirinhas, afetando ainda o transporte de sedimentos e o movimento da biodiversidade. Por sua vez, a largura do corredor ripário de um sistema fluvial está normalmente associada à zona de cobertura da vegetação, desempenhando um papel muito importante na regularização climática, preservação e conservação da biodiversidade e na redução dos locais de

erosão. Existem fatores que afetam a largura do corredor ripário, tais como a composição do solo, a atividade humana e a presença de ecossistemas incompatíveis (Adams et al., 2007).

A uniformidade de um caudal fluvial não garante a funcionalidade do sistema fluvial. Uma vez que se trata de um sistema dinâmico, é importante perceber os benefícios de, por exemplo, uma cheia, tais como criar estrutura e estabilidade no leito do rio, proporcionar conectividade transversal e, não menos importante, criar e rejuvenescer canais laterais, charcos e auxiliar na formação de bancos de areia, criando novas áreas de procriação (Almeida, 2009).

Os corredores fluviais são afetados pela gestão florestal, uma vez que quer os processos de desflorestação, quer os de reflorestação, têm impactes na infiltração, aumentando os escoamentos de sedimentos (Adams et al., 2007). Ainda que as florestas tenham uma grande capacidade de auto-regeneração, elementos, por exemplo, estradas que cruzem estas áreas, atrasam esse processo (Adams et al., 2007).

O Homem tem usufruído dos sistemas fluviais sem refletir sobre os princípios básicos ambientais que permitem que o sistema fluvial conserve a sua vitalidade (Almeida, 2009).

No que diz respeito ao estado dos recursos hídricos em Portugal, verifica-se unanimidade de opinião da comunidade científica portuguesa quanto à contaminação atual dos lençóis freáticos (Abecassis, 1999; Alves et al., 2003; Guerreiro & Pereira, 2002). Uma forma de minimizar esta problemática é optar por uma gestão dos recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas, tal como já foi mencionado anteriormente, estando esta ideia cada vez mais presente nas políticas públicas (Souza, 2013).

1.5.2. Zonas ripícolas

As zonas ripícolas são áreas dinâmicas, conhecidas como habitats de transição ou ecótonos, sendo locais onde existe uma interação direta entre ecossistemas terrestres e aquáticos (Gregory et al., 1991; Almeida, 2009).

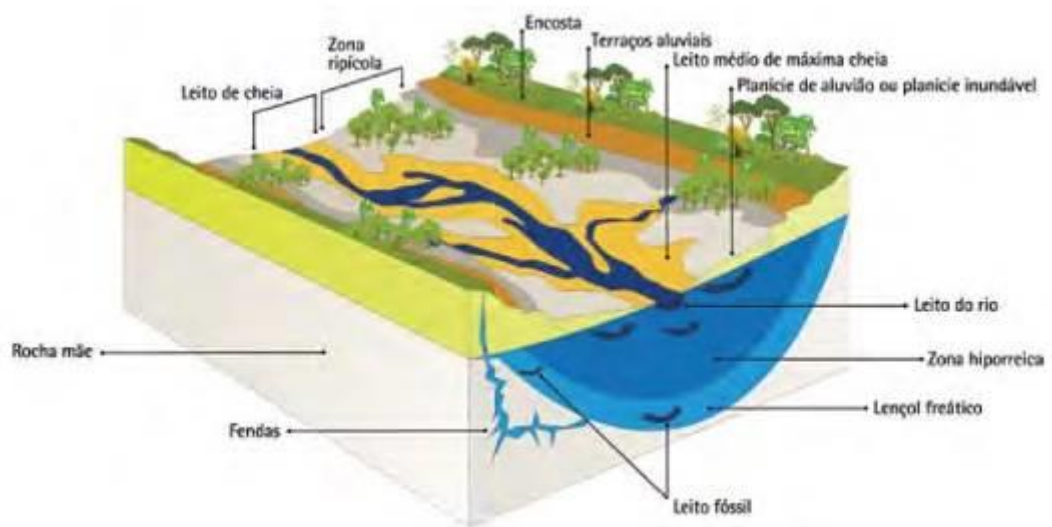


Figura 5 - Vista tridimensional de um ecossistema ripícola, incluindo elementos de paisagem superficiais e sub-superficiais. Fonte: adaptado de (Almeida, 2009).

A relação entre a sucessão vegetal e os processos hidráulicos e geomorfológicos de uma zona ripícola é influenciada pela deposição e erosão de sedimentos, e pelo transporte de matéria orgânica, madeira, sementes e humidade. A retenção de nutrientes e sedimentos leva a uma maior estabilidade das margens. Esta relação dinâmica entre os processos hidráulicos e geomorfológicos e a sucessão vegetal dá origem a um conjunto heterogéneo de habitats ripícolas (Almeida, 2009).

As zonas ripícolas podem ser muito variáveis, desde pequenas faixas junto das cabeceiras até sistemas mais complexos, ao longo dos rios de grandes dimensões. Independentemente da ordem dos cursos de água, a largura das zonas ripícolas aumenta no sentido da nascente, de jusante para montante (Almeida, 2009).

As zonas ripícolas são ecossistemas chave das bacias hidrográficas, pois proporcionam diversos serviços de ecossistema, podendo desempenhando funções físicas, biológicas e ecológicas nos sistemas fluviais, nomeadamente a estabilização dos leitos e margens. Contribuindo ainda para a melhoria da qualidade da água através do seu papel filtrador de poluentes e nutrientes, a promovendo a diversidade do *habitat* fluvial, uma vez que são fonte de matéria orgânica para as comunidades aquáticas (Almeida, 2009). A Tabela 2 apresenta, de uma forma sumária, as principais características das zonas ripícolas e respetivas funções.

Atributos gerais da zona ripícola	Atributos específicos da zona ripícola	Funções da zona ripícola
Complexidade estrutural e biológica	Boa distribuição na ocupação do espaço aéreo (estratos de vegetação) e radicular	Suporte ecológico de várias comunidades: habitat, repouso, refúgio e alimentação
	Diversidade de comunidades ripícolas (raramente monoespecíficas)	Promoção da diversidade intrafluvial
	Estratégias de reprodução, propagação e reprodução variadas	
	Renovação sazonal ou desfasada da folhagem (espécies caducifólias e/ou perenifólias) e “contínua” incorporação no sistema de outros materiais orgânicos	Valor recreativo e económico
	Elevada produtividade, elevada eficiência no uso da água	Melhoria da qualidade cénico-paisagista
Perturbação natural (alterações no regime hidrológico)	Adaptação morfológica e fisiológica: resistência a condições de anoxia, a substratos instáveis e a flutuações sazonais dos caudais	Renovação periódica: oportunidade para o estabelecimento de espécies pioneiras; fracionamento das populações existentes.
Natureza linear	Efeito de fronteira entre o meio aquático e terrestre	Corredor ecológico: migração de espécies no interior, estabelecimento de ligações entre biótipos
	Conectividade e continuidade	
Ecótono aquático-terrestre	Incorporação/retenção de energia, materiais e organismos dos meios aquático e terrestre adjacentes	Estabilização do leito e das margens Retenção de sedimentos Filtro biológico de nutrientes e substâncias poluentes
Amenidade microclimática	Densidade de diversidade estrutural e florística	Regulação biofísica do meio: efeitos na moderação do crescimento excessivo de algas, hidrófitos e outros macrófitos, proteção das comunidades e do meio aquático em relação à temperatura, vento e luminosidade excessivas

1.5.3. Metodologias de avaliação dos sistemas fluviais e ripícolas

A avaliação dos sistemas fluviais e zonas ripícolas pode ser feita através de dois diferentes tipos de métodos. O primeiro tipo de metodologia avalia as características dos sistemas fluviais com base na recolha e registo de informações sobre a presença, extensão e distribuição de um conjunto de características estruturais e hidráulicas (Fernández et al., 2011). As análises realizadas nas observações de campo recorrem a métodos simples e têm como objetivo identificar focos de poluição ao longo do rio que necessitem de gestão específica, de proteção ou de ações de restauro (Bjorkland et al., 2001; Arizpe et al., 2009).

O segundo tipo de metodologia avalia as características dos sistemas fluviais recorrendo a informações qualitativas ou semi-qualitativas, e apresenta um índice ou uma classificação sobre a condição ecológica do *habitat* (Fernández et al., 2011; Fernandes, 2012; Pinto, 2013; Monteiro, 2013). Foi aplicado ao longo deste trabalho esta metodologia, com uma forte componente de observação e de recolha de material fotográfico capaz de suportar os dados apresentados.

Os métodos de avaliação dos sistemas fluviais diferem sobretudo nas características avaliadas, em função das áreas geográficas. Quando aplicados em diferentes contextos, devido à especificidade de cada método, requerem uma adaptação, de modo a incluir os atributos desejáveis ou específicos do tipo de rio em processo de avaliação (Arizpe et al., 2009; Fernández et al., 2011).

Alguns métodos podem avaliar características isoladas. É o caso da vegetação ripícola, avaliada especificamente através do método *Riparian Quality Index* (RQI) e do Índice de Qualidade de Bosque Ribeirinho (QBR), e do *habitat* fluvial, avaliada pelo método Índice de *Habitat* Fluvial (IHF). Por outro lado, existem métodos com o potencial de avaliar em simultâneo as características ripícolas e do rio, de forma a construir uma análise mais sólida e completa sobre a qualidade ecológica do corredor ribeirinho (ACA, 2006; Tánago & Jalón, 2011; Munné et al., 2003).

2. Objetivos

Este trabalho tem como principal objetivo caracterizar e analisar a qualidade ecológica da paisagem ao longo do trajeto do rio Leça, através da caracterização e análise da ocupação do solo, dos serviços de ecossistema e do estado do ecossistema ribeirinho.

Objetivos específicos:

- Testar uma metodologia para caracterização e avaliação da ocupação do solo, dos serviços de ecossistema e do estado do ecossistema ribeirinho, baseada nas metodologias COS2007, CICES e na avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola.
- Recolher informação, ao longo do curso do rio Leça, referente à ocupação do solo, aos serviços de ecossistema e ao estado do ecossistema ribeirinho.
- Identificar as áreas mais perturbadas e as causas dessas mesmas perturbações.
- Identificar áreas com maior potencial em termos de atuação para a melhoria das bacias de paisagem.

Deste modo, pretende-se obter uma caracterização atualizada do rio Leça, com o intuito de identificar os pontos positivos e negativos de cada bacia de paisagem (BP). Tal identificação poderá permitir suportar propostas de intervenção por parte dos municípios, com vista à melhoria global da bacia hidrográfica do rio Leça.

3. Material e Métodos

3.1. Área de Estudo

O presente trabalho tem como área de estudo o rio Leça, ao longo dos seus 48 km de extensão, da nascente à foz (Figura 6).

Apesar de o rio Leça ser maioritariamente constituído por afluentes de pequena dimensão, as ribeiras de Arquinho, de Leandro e de Tabãos merecem especial destaque. Distinguidos como espaços naturais relevantes do rio Leça, a ribeira do Arquinho e a ribeira de Tabãos fazem parte de um conjunto de vinte e duas áreas naturais da Área Metropolitana do Porto, devido à sua dimensão, situação estratégica, relevância do património natural e pelos serviços de ecossistema que prestam (CREEDSAMP, 2010).

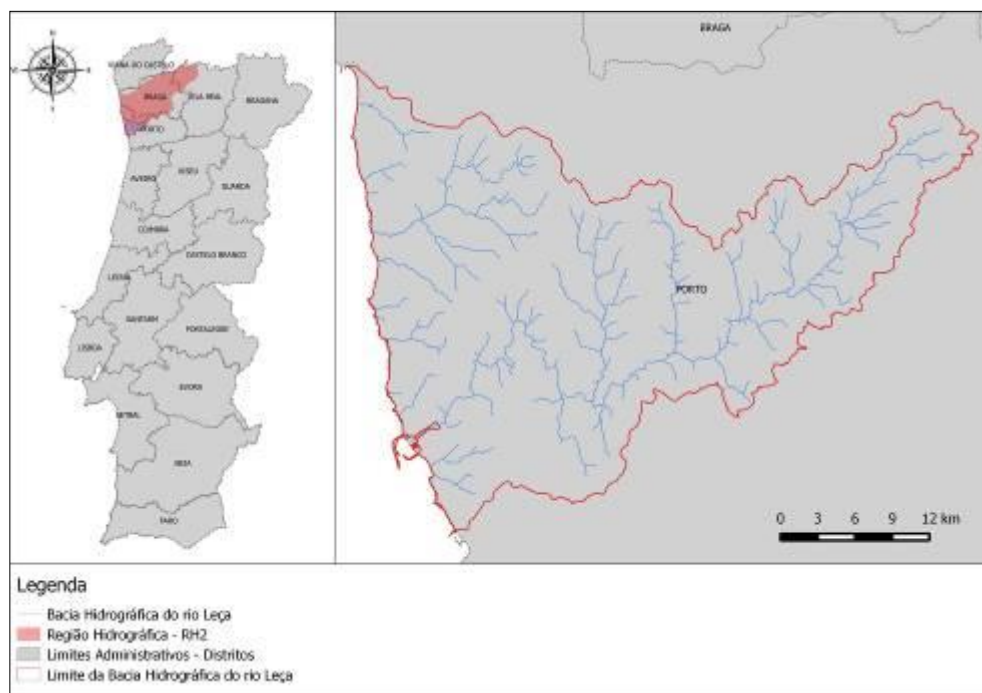


Figura 6 - Enquadramento da área de estudo (Fonte: elaboração própria com o auxílio a suporte digital do atlas ambiente).

3.1.1. Hidrografia

O rio Leça inicia o seu percurso natural no Monte de Santa Luzia, na freguesia de Monte Córdova, concelho de Santo Tirso, a uma altitude de 531 metros, terminando o seu percurso no mar, no porto de Leixões, em Matosinhos. Da nascente até à foz, atravessa os concelhos de Santo Tirso, Valongo, Maia e Matosinhos. Com uma extensão de cerca de 48 km, a sua bacia hidrográfica conta com uma área de aproximadamente 190 km² (APA, 2015).

Tal como referido anteriormente, alguns afluentes, nomeadamente as ribeiras de Arquinho e de Leandro, afluentes da margem direita, e a ribeira de Tabãos, afluente da margem esquerda (Figura 7), merecem uma atenção particular. As duas primeiras, apesar de terem perdido valor ecológico como resultado da poluição, são detentoras de alguns habitats considerados de conservação prioritária pela Diretiva Habitats¹, como é o caso dos matos climatófilos e higrófilos, da vegetação ripícola e palustre (salgueiros e amieiros) e dos bosques de carvalhos de pequenas dimensões. Relativamente à fauna, é possível encontrar variadas espécies de répteis, tais como o licranço (*Anguis fragilis*), o sardão (*Timon lepidus*), o lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), a cobra-de-água viperina (*Natrix maura*) e a cobra-de-água-de-colar (*Natrix natrix*) (CREEDSAMP, 2010). Por sua vez, a ribeira de Tabãos, para além de possuir um corredor ripícola autóctone bem conservado com amieiros, salgueiros, áreas de carvalhal e feto-real, está também abrangida pela Diretiva Habitats. Apresenta ainda na sua área envolvente três espécies faunísticas com elevado valor de conservação, nomeadamente o lagarto-de-água (*Lacerta schreiberi*), a salamandra-lusitânica (*Chioglossa lusitanica*) e o morcego-de-ferradura-grande (*Rhinolophus ferrumequinum*) (CREEDSAMP, 2010).

¹ Diretiva 92/43/CEE, transposta para a ordem jurídica nacional pelo Decreto-Lei n.º 140/99, de 24 de abril, com a redação que lhe é dada pelo Decreto-Lei n.º 49/2005, de 24 de fevereiro.

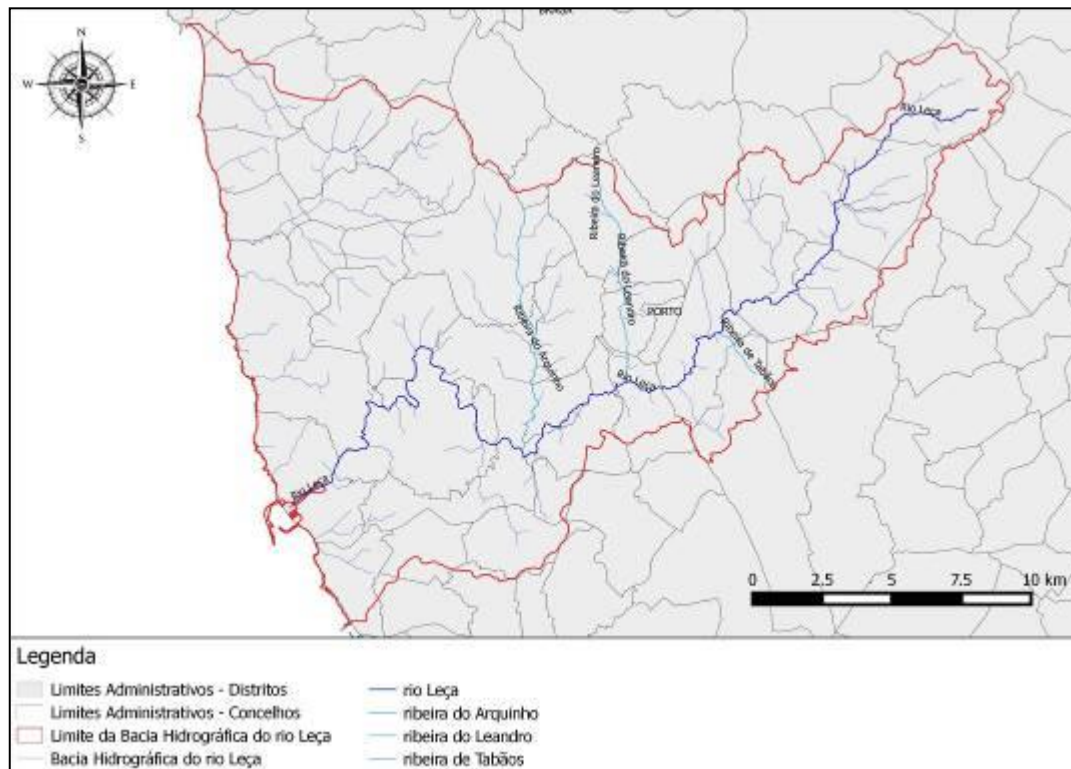


Figura 7 - O rio Leça e os seus afluentes mais relevantes (Fonte: elaboração própria com o auxílio a suporte digital do atlas ambiente).

3.1.2. Geologia e Geomorfologia

Desde a nascente até à foz, a bacia hidrográfica do rio Leça cruza afloramentos graníticos, que deram origem a xistos e metagrauvaques (areia fina e argila) (Velhas, 1991)

Deve-se ainda realçar a existência de um grande número de alinhamentos praticamente da Nascente à Foz, que correspondem a falhas geológicas. A ribeira do Arquinho é um exemplo que possui um alinhamento com orientação de Norte para Sul, onde se encontram duas falhas geológicas (Velhas, 1991).

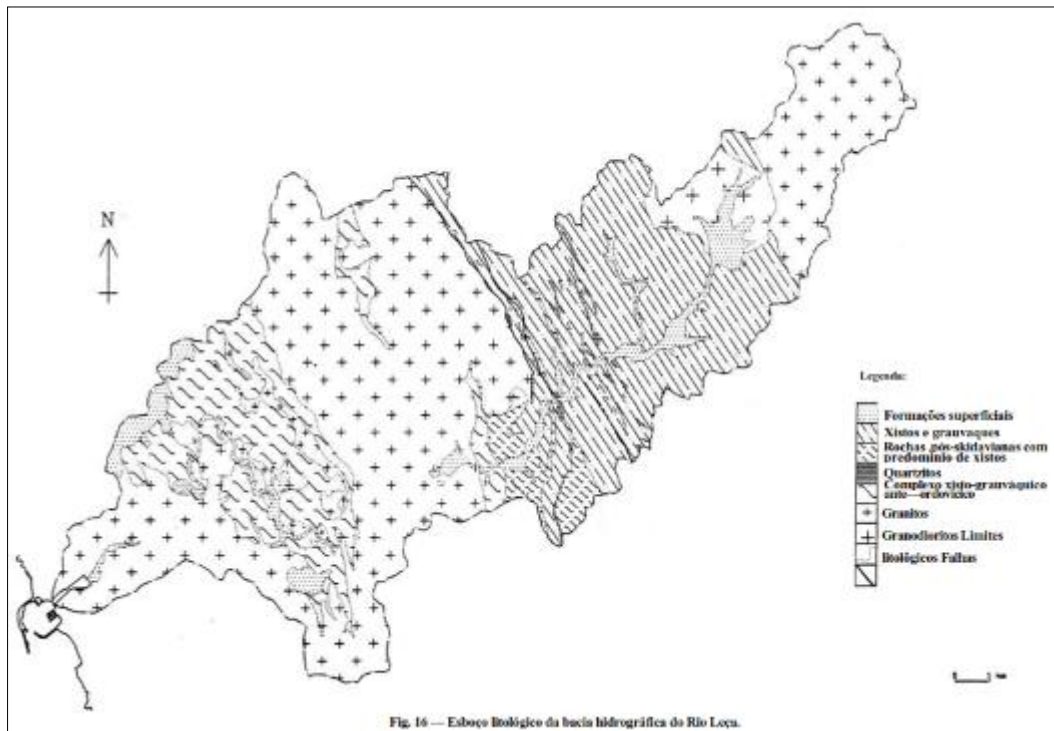


Figura 8 – Mapa do esboço litológico da Bacia Hidrográfica do Rio Leça. Fonte: Adaptado de (Velhas, 1991).

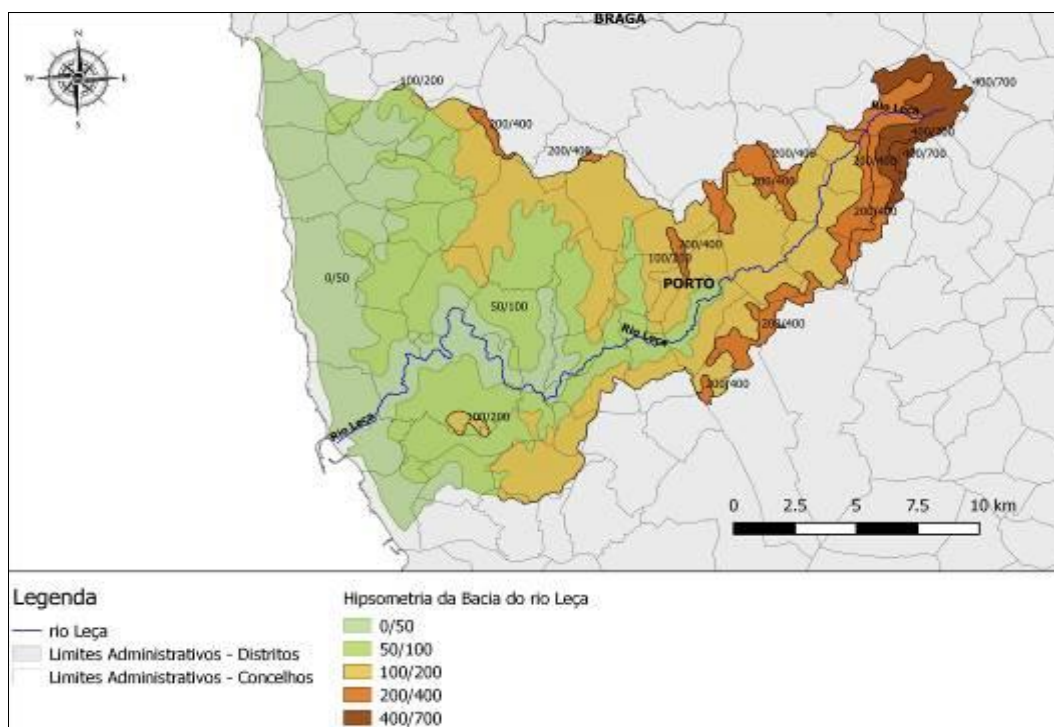


Figura 9 - Hipsometria da Bacia do rio Leça (Fonte: elaboração própria com o auxílio a suporte digital do atlas ambiente)

O rio Leça apresenta um declive médio de 0,9% (Velhas, 1991). Através do mapa litológico (Figura 8) e do mapa hipsométrico (Figura 9) apresentado por Edite Velhas no documento “A Bacia Hidrográfica do Rio Leça”, podemos inferir que os declives das sub-bacias da margem esquerda são superiores aos da margem direita. O tipo de solo ao longo da bacia hidrográfica relaciona-se com esta diferença de declive, já que solos menos espessos e mais rígidos, como por exemplo, xistos, são os principais causadores da “forte densidade de drenagem, criando condições para uma concentração rápida do escoamento no curso de água principal” (Velhas, 1991). Por sua vez, as sub-bacias da margem direita têm características distintas, apresentando áreas superiores e vales menos acentuados (Velhas, 1991).

A relação entre precipitação e escoamento é influenciada pelas características dos solos, nomeadamente processos de escoamento, capacidade de infiltração e armazenamento de água. De facto, a forma como os solos são explorados poderá afetar de forma positiva ou negativa a taxa de escoamento da água, podendo este escoamento ser superficial ou subterrâneo. Estes aspetos do rio Leça serão descritos na secção seguinte.

3.1.3. Clima

Na bacia hidrográfica estudada neste trabalho podemos ter uma precipitação média com valores a variar entre 2400mm e 900mm, da nascente para a foz (APA, 2000).

Relativamente aos balanços hidrológicos, esta bacia apresenta um escoamento anual médio na foz de 107 hm³, uma precipitação média anual na bacia de 1340 mm³, correspondendo a 248 hm³ de escoamento anual. Destes 248 hm³ que são escoados, 141 hm³ sofrem evaporação e 101 hm³ infiltram-se nos lençóis freáticos, recarregando desta forma os aquíferos. Deste modo, existe um escoamento superficial imediato de 6 hm³ e uma infiltração de 101 hm³ que ressurgem à superfície, contabilizando um escoamento superficial total de 107 hm³. A Ribeira do Arquinho é um dos

principais responsáveis pelo escoamento anual médio de 107 hm³ no rio Leça, dando uma contribuição de 13,3 hm³ (APA, 2000).

Ao longo da bacia hidrográfica, em troços mais artificializados e quando se verificam condições de forte precipitação contínua, “a subida dos níveis da água e a inundação dos terrenos marginais ao canal de escoamento está diretamente na dependência dos condicionalismos físicos, resultantes das características das sub-bacias nesses setores e das características geométricas do vale, para além das formas de ocupação do espaço e de implantação de determinadas estruturas que podem provocar um risco acrescido” (Velhas, 1991).

3.2. Metodologia de Campo

As saídas de campo para recolha de material fotográfico e aplicação da ficha de campo para caracterização e avaliação do rio Leça decorreram durante os meses de junho, julho e setembro de 2015, e foram complementadas por saídas de campo adicionais em junho de 2016.

3.2.1. Amostragem

O recurso ao *software Google Earth 7* permitiu fazer o levantamento prévio da ocupação do solo, com o intuito de perceber se existiria ou não a possibilidade de o percorrer ao longo das suas margens. A informação disponibilizada pelo *Google Earth* foi atualizada pela última vez em 2011.

Uma vez iniciado o percurso do rio Leça, com auxílio de um sistema de posicionamento global (GPS) foram selecionados 147 pontos de amostragem, numerados por ordem crescente de montante par jusante. A seleção destes 147 pontos não teve por base um padrão específico de distância entres os mesmos. Contudo, sempre que possível foi feita uma tentativa de não ultrapassar a distância de 400 metros entre dois pontos. Com o auxílio do GPS, foi criado um *buffer* de 100 metros de diâmetro

associado a cada ponto marcado. Os *buffers* criados nos 147 pontos ao longo do rio correspondem às áreas de estudo, que o autor definiu como Bacias de Paisagens (BP) (Figura 11).

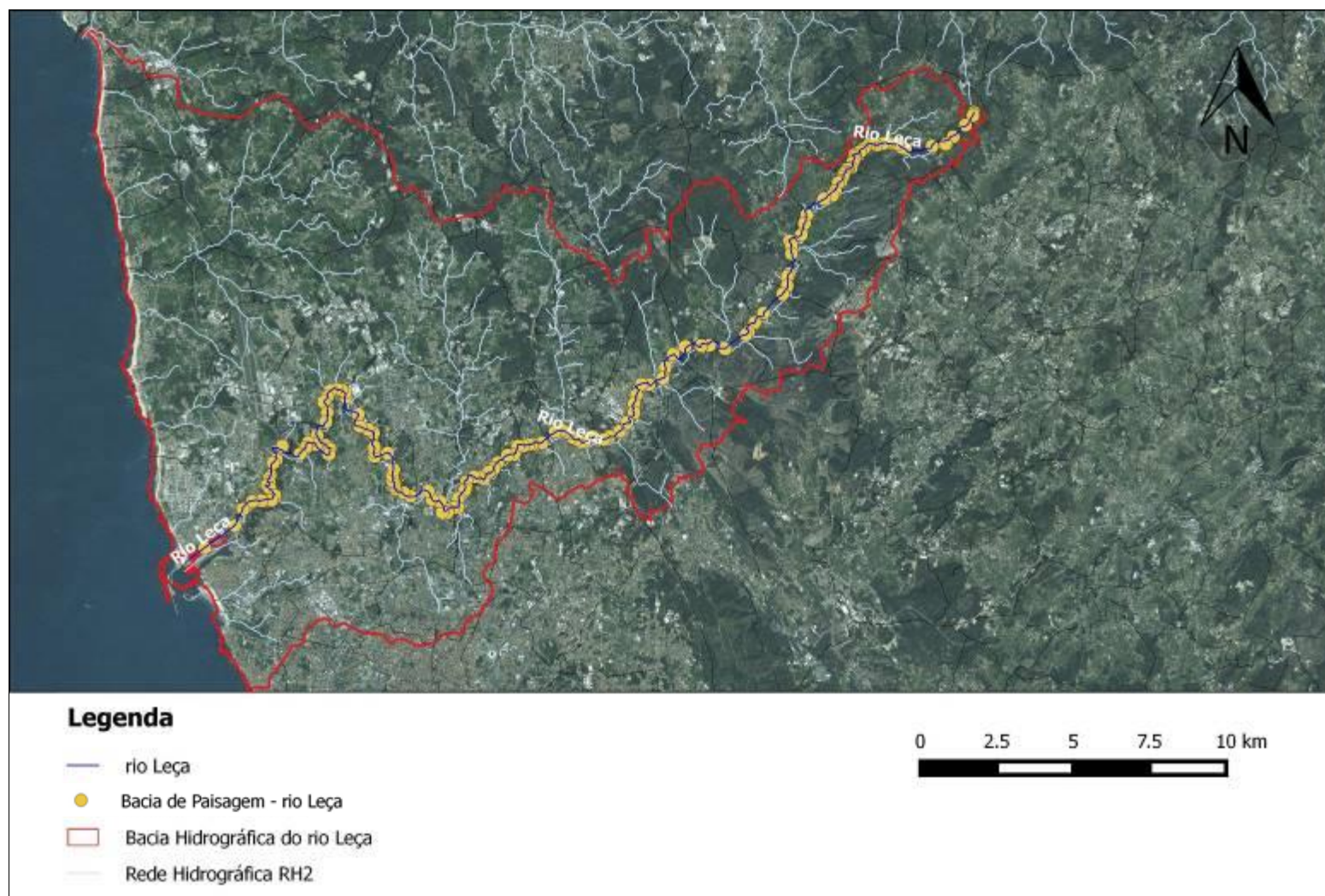


Figura 10 - Localização geográfica das Bacias de Paisagem do rio Leça

A seleção dos pontos teve por base os seguintes aspetos:

- Identificação de diferentes ocupações do solo;
- Identificação de possíveis elementos perturbadores, tais como fontes de poluição pontuais, presença de infraestruturas e zonas de classificação específica.

Os 147 pontos de amostragem foram denominados pontos de monitorização das BP.

3.2.2. Avaliação

Em cada ponto de amostragem foram aplicadas diferentes metodologias de avaliação, nomeadamente as metodologias da COS2007 de nível 5, da CICES e de avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola.

De forma a simplificar a caracterização e avaliação das BP foi necessária a compilação destas três metodologias numa só Ficha de Campo. Para fins exemplificativos, nas Figuras 11 e 12 está representada parte desta Ficha de Campo, nomeadamente o ponto 1 de monitorização das BP(Nascente).

				Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	Áreas de extração de inertes	Florestas de eucalipto	Florestas de espécies invasoras	Matos / vegetação esderófito	Cursos de água naturais
Tipo de elemento de paisagem				1.2.2	1.3.1	3.1.1.01.5	3.1.1.01.6	3.2.2	5.1.1.01.1
Pontos de monitorização da BP				Ponto 1					
Serviços de ecossistema prestados pelo elemento de paisagem									
Grupo 1 CICES	Produção		Não aplicável - 0	Mínimo 1 - 3 - 5 Máximo					
	Biótico	Nutrição	Biomassa	1.1.1	0	0	1	1	1
			Água	1.1.2	0	0	0	0	3
		Materiais	Biomassa	1.2.1	0	0	3	3	1
			Água	1.2.2	0	0	0	0	3
		Energia	Fontes de energia baseadas em biomassa	1.3.1	0	0	3	1	0
			Energia mecânica	1.3.2	0	0	0	0	0
	Abiótico	Nutrição	Mineral	1.4.1	0	1	0	0	0
			Não mineral	1.4.2	0	0	0	0	0
		Materiais	Metálico	1.5.1	0	0	0	0	0
			Não metálico	1.5.2	0	3	0	0	1
		Energia	Fontes renováveis	1.6.1	0	0	0	0	0
			Fontes não renováveis	1.6.2	0	1	0	0	0
		Avaliação máxima/ideal			0	15	11	11	7
		Avaliação Realizada - Subtotal			0	5	7	5	9
		Melhorias parciais			0	10	4	6	10
	Suporte/Regulação		Não aplicável - 0	Mau 1 - 2 - 3 - 4 - 5 Excelente					
	Biótico	Mediação ecossistémica de resíduos, poluentes e tóxicos		2.1	0	0	2	2	1
		Mediação de fluxos	Fluxos de massa	2.2.1	0	0	2	2	1
			Fluxos líquidos	2.2.2	0	0	1	1	2
			Fluxos gasosos / de ar	2.2.3	0	0	3	2	1
		Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas	Ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético	2.3.1	0	0	1	1	2
			Controlo de pragas e doenças	2.3.2	0	0	1	1	1
			Formação e composição de solo	2.3.3	0	0	1	1	2
			Condições da água	2.3.4	0	0	1	2	3
			Composição atmosférica e regulação de clima	2.3.5	0	0	2	2	1
	Abiótico	Mediação de resíduos, tóxicos e poluentes		2.4	0	1	2	1	2
		Mediação de fluxos		2.5	0	2	1	1	2
		Manutenção das condições químicas e físicas		2.6	0	1	1	1	2
		Avaliação máxima/ideal			0	9	35	39	40
		Avaliação Realizada - Subtotal			0	4	18	17	23
		Melhorias parciais			0	5	17	22	29

Figura 11 - Ficha de campo para caracterização e avaliação do rio Leça – Parte I

Pontos de monitorização da BP				Ponto 1					
Ecossistema fluvial				Max 1 - 2 - 3 - 4 - 5 Excelente					
Margem									
Margem esquerda									
Ripário									
Continuidade				2					
Composição				3					
Largura				3					
Zona de areia				4					
Artificialização da margem				5					
Pontos potenciais de poluição				5					
Margem direita									
Ripário									
Continuidade				2					
Composição				3					
Largura				3					
Zona de areia				4					
Artificialização da margem				5					
Pontos potenciais de poluição				5					
Pontos de monitorização da BP				Ponto 1					
(do ponto de vista dos efeitos decorrentes da ação humana)									
Leito		Heterogeneidade do substrato		2					
		Heterogeneidade do fluxo da água		2					
		Distúrbio		2					
		Obstáculos transversais		2					
Água		Turbidez		5					
		Estabilização		5					
		Oleiro		5					
		Vegetação exótica		3					
		Ox		5					

Figura 12 - Ficha de campo para caracterização e avaliação do rio Leça – Parte II.

A partir da Ficha de Campo foi criada uma Tabela de Análise do rio Leça, na qual:

- São avaliados os tipos de elementos de paisagem, que traduzem a ocupação o solo;
- As BP foram classificadas em espaços florestal, agrícola e urbano, de acordo com a sua predominância de ocupação do solo.
- É aplicada a metodologia CICES;
- É aplicada a metodologia de avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola;
- É realizada uma avaliação do potencial de melhoria de cada elemento de paisagem e de cada BP, face ao seu potencial máximo ideal.

As BP com maior potencial de melhoria, designadas neste trabalho como BP prioritárias, foram identificadas no campo "Capacidade de melhoria" da Tabela de Análise, sendo esta variável obtida através do cálculo da diferença entre "Avaliação Máxima/Ideal" (valores atribuídos pela CICES) e "Avaliação Realizada" (aplicação da Ficha de Campo).

Por forma a perceber a evolução da paisagem, foi realizada a comparação entre a ocupação do solo descrita na COS2007 e aquela verificada nas saídas de campo pelo autor em 2016, avaliação comparativa essa apresentada no Anexo I. Neste anexo podem ainda ser consultadas imagens fotográficas atualizadas que evidenciam o tipo de ocupação de cada BP, bem como um resumo da avaliação de cada BP.

De acordo com a COS2007, foram definidos três principais tipos de ocupação do solo, nomeadamente "Florestas e meios naturais e semi-naturais", "Áreas agrícolas e agro-florestais" e "Territórios artificializados". Neste trabalho, a aplicação da COS2007 teve como objetivo confrontar a COS2007 com o tipo de uso e ocupação do solo que realmente existe em 2016 ao longo do rio Leça.

Das 193 classes de ocupação do solo existentes em todo o território nacional, foram selecionadas, com o apoio dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ArcGis® e Quantum Gis®, as classes que coincidiam com as áreas de BP selecionadas previamente.

As categorias de classificação dos serviços de ecossistema usadas no presente trabalho, de acordo com a CICES, são as que se apresentam na Tabela 3.

Tabela 3 - Estrutura da CICES. Fonte: Adaptada da ficha de campo

Secção	Divisão	Grupo
Produção	Nutrição	Biomassa
		Água
	Materiais	Biomassa, Fibra
		Água
	Energia	Fontes de energia baseadas em biomassa
		Energia mecânica
Regulação e manutenção	Mediação de resíduos, tóxicos e outros incómodos	Mediação por biota
		Mediação por ecossistemas
	Mediação de fluxos	Fluxos de massa
		Fluxos líquidos
		Fluxos gasosos / de ar
	Manutenção das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético
		Controlo de pestes e doenças
		Formação e composição de solo
		Condições da água
		Composição atmosférica e regulação de clima
Cultural	Interações físicas e intelectuais com os ecossistemas e paisagens	Interações físicas e empíricas
		Interações intelectuais e representacionais
	Interações espirituais, simbólicas e outras com os ecossistemas e paisagens	Espiritual e/ou emblemático
		Outros outputs culturais

Neste trabalho a aplicação da CICES teve como objetivo classificar e quantificar os serviços de ecossistema efetivamente prestados em cada BP ao longo do rio Leça.

Optou-se pela exclusão da variável “Informação/cultural” da Tabela de Análise do rio Leça, devido à elevada subjetividade da avaliação desta variável e ao facto de apresentar uma menor relevância para os objetivos do presente trabalho.

A metodologia de avaliação do ecossistema ribeirinho foi baseada em diferentes autores (Fernandes M. I., 2012; Monteiro, 2013; Pinto R. L., 2013). A avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola foi realizada com base na observação do ecossistema fluvial, avaliando o estado da linha de água do rio Leça e as duas margens que coincidiam com as BP criadas. A avaliação foi feita com base numa escala numérica de 1 a 5, em que 1 corresponde a Mau e 5 a Excelente.

A aplicação desta metodologia teve como objetivos:

- Análise do habitat fluvial e a zona ripícola nas BP criadas ao longo do rio Leça;
- Identificação dos fatores de risco e impacte presentes ao longo das BP, tais como deposição de resíduos, construções abandonadas, esgotos, barreiras físicas, como muros, estradas e falésias, entre outras perturbações;
- Identificação de áreas que possam ser potenciais alvos de reabilitação fluvial.

4. Resultados

De acordo com a predominância de ocupação do solo, podemos dividir as Bacias de Paisagem (BP) em três categorias principais, de acordo com os tipos dominantes de ocupação do solo, tal como descrito anteriormente: espaço florestal entre a BP1 e a BP32; espaço agrícola entre as BP33 e BP56; e espaço urbano entre as BP57 e BP147. A ocupação urbana constitui 61,9% do total das 147 BP, a ocupação florestal constitui 21,8% e a ocupação agrícola representa 15,6%.

Ao longo das 32 BP classificadas como espaços florestais, foram identificados 189 matrizes, manchas, ou mosaicos de uso do solo (definidos de acordo com a COS2007), dos quais 56,6% estão classificados como “Florestas e meios naturais e semi-naturais”, com especial destaque para as áreas de “Florestas de eucalipto”, que constituem 20,6% do total dos tipos de uso do solo identificados. De realçar também que 24,9% dos tipos de uso do solo identificados foram “Corpos de água” (Figura 13)

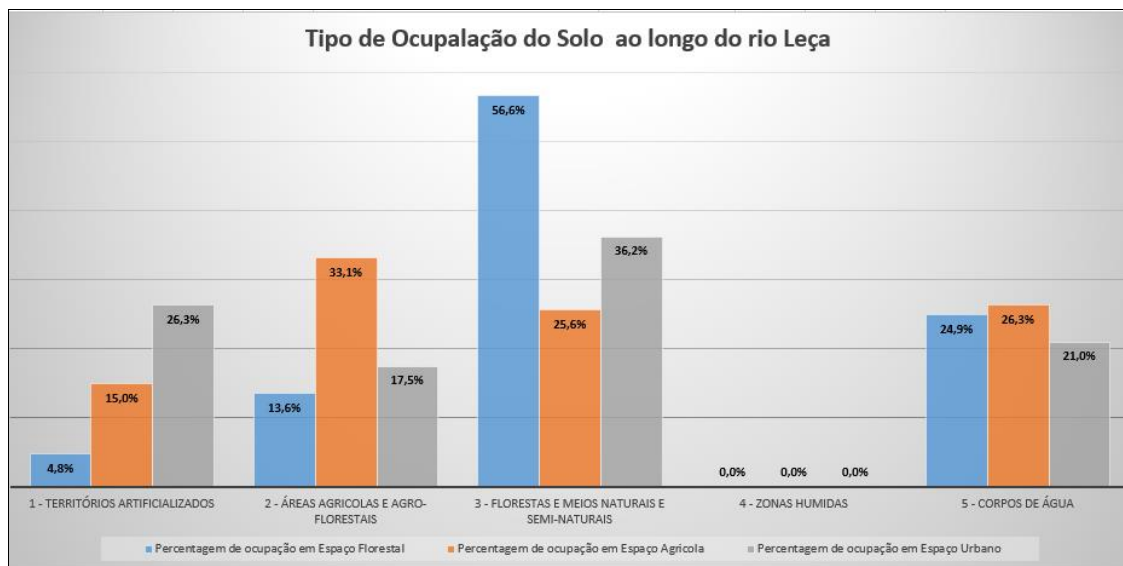


Figura 13 - Tipo de Ocupação do Solo ao longo do rio Leça

Ao longo das 23 BP classificadas como espaços agrícolas, foram identificados 133 matrizes, manchas, ou mosaicos de uso do solo, dos

quais 33,1% são “Áreas agrícolas e agro-florestais”, com especial destaque para as áreas de “Culturas temporárias”, que constituem 39,6% dos tipos uso do solo, e para os “Corpos de água”, que constituem 26,3% (Figura 13).

Ao longo das 91 BP classificadas como espaços urbanos, foram identificados 486 matrizes, manchas ou mosaicos de uso do solo, dos quais 36,2% estão classificados como “Áreas agrícolas e agro-florestais” e 26,3% estão classificados como “Territórios artificializados” (Figura 13).

Utilizando as tabelas 5 e 6 do Anexo I, foi feita a análise da qualidade de prestação de serviços de ecossistema em cada uma das 147 BP definidas no rio Leça. Dessa análise são de realçar os seguintes resultados:

- Serviços de Produção – a BP136 apresenta o maior valor atribuído a este tipo de serviços, estando associada à ocupação do solo “Reservatório de represas ou de açudes”. Pelo contrário, os valores mais baixos de serviços de produção estão associados aos tipos de ocupação do solo “Indústria” (BP52, BP60, BP81, BP119, BP121, BP122), “Lixeiras e sucatas” (BP96 e BP112), “Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas” (BP35, BP103, BP104 e BP105) e “Infra-estruturas de tratamento de resíduos e águas residuais” (BP91).



Figura 14 - Exemplo de ocupação do solo “Indústria” presente na BP 145 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 15 - Exemplo de ocupação do solo “Reservatórios de represas ou de açudes” presente na BP 94 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 16 - Exemplo de ocupação do solo “Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas” presente na BP 134 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 17 - Exemplo de ocupação do solo “Equipamentos desportivos, culturais e de lazer e zonas históricas” presente na BP 73 (Fonte: Rui Francisco)

- **Serviços de Regulação** – A BP com menor valor é a BP1, ocupada por “Lixeiras e sucatas”. Por sua vez, a melhor avaliação está associada a várias BP com os tipos de uso do solo “Cursos de água naturais” e “Outras formações lenhosas”, sendo esta última o tipo de utilização mais frequente. As BP com melhor classificação pertencem maioritariamente ao espaço urbano.



Figura 18 - Exemplo de ocupação do solo "Outras formações lenhosas" de água natural" presente na BP 25 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 19 - Exemplo de ocupação do solo "Cursos de água natural" presente na BP 83 (Fonte: Rui Francisco)

Das variáveis consideradas na avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola destacam-se as seguintes:

- Estado de erosão – Na margem direita as piores classificações encontram-se nas BP71, BP72, BP92, BP126 e BP127, e na margem esquerda nas BP71, BP72 e BP145;
- Focos de poluição pontual – Na margem direita as piores classificações encontram-se nas BP71 e BP72, e na margem esquerda nas BP71, BP72, BP78 e BP94;
- Presença de detritos no leito – Presentes em maior quantidade nas BP71 e BP72;
- Presença de obstáculos no leito – Presentes nas BP71 e BP72;
- Presença de eutrofização – Presente nas BP71, BP72, BP78, BP79, BP91, BP92, BP94 e BP146;
- Presença de vegetação exótica na água – Presente nas BP71 e BP72;
- Cheiro – As piores classificações encontram-se na maioria das BP localizadas entre a BP66 e a BP147, inclusive.



Figura 20 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 73 (Fonte: Rui Francisco)

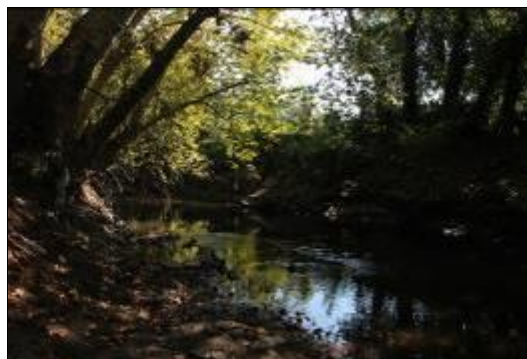


Figura 21 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 118 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 22 - Erosão das margens do rio Leça presente na BP 71 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 23 - Focos de poluição pontual presente na BP 111 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 24 - Presença de obstáculos no rio Leça presente na BP 136 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 25 - Presença de eutrofização e de vegetação exótica na água presente na BP 111 (Fonte: Rui Francisco)

As 20 BP prioritárias, ou seja, as 20 BP mais degradadas identificadas ao longo dos municípios que o rio Leça cruzava (Figuras 28,29,30,31) são, por ordem decrescente do respetivo potencial de melhoria: BP67, BP2, BP4, BP71, BP3, BP1, BP59, BP63, BP50, BP72, BP102, BP97, BP145, BP70, BP124, BP125, BP66, BP75, BP128, BP129.

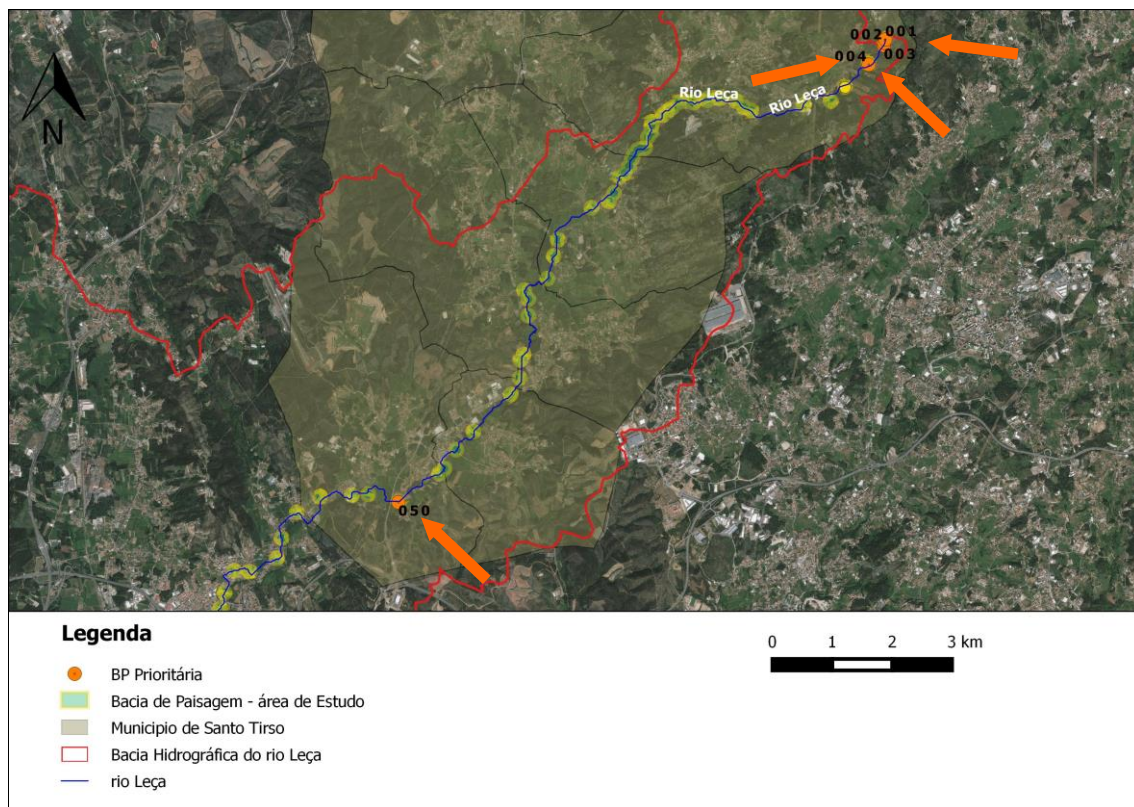


Figura 26 - Identificação das 5BP Prioritárias no Município de Santo Tirso (assinaladas com as setas).

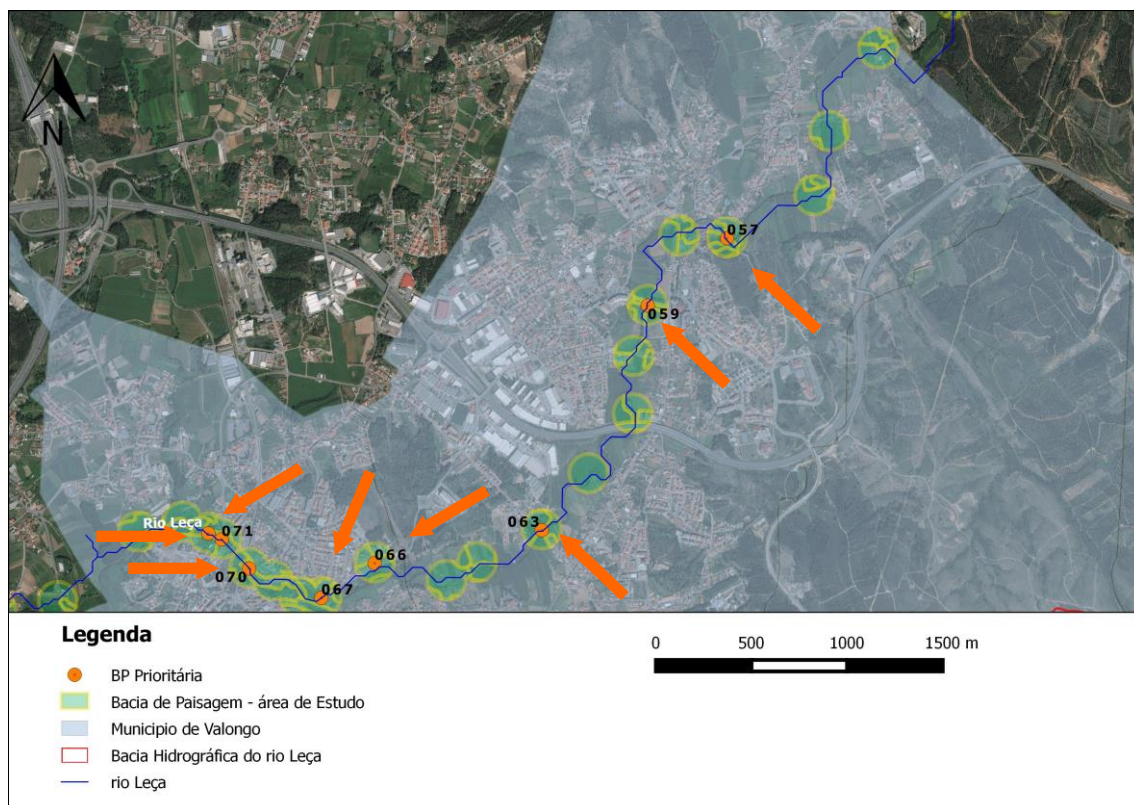


Figura 27 - Identificação das 8BP Prioritárias no Município de Valongo (assinaladas com as setas).

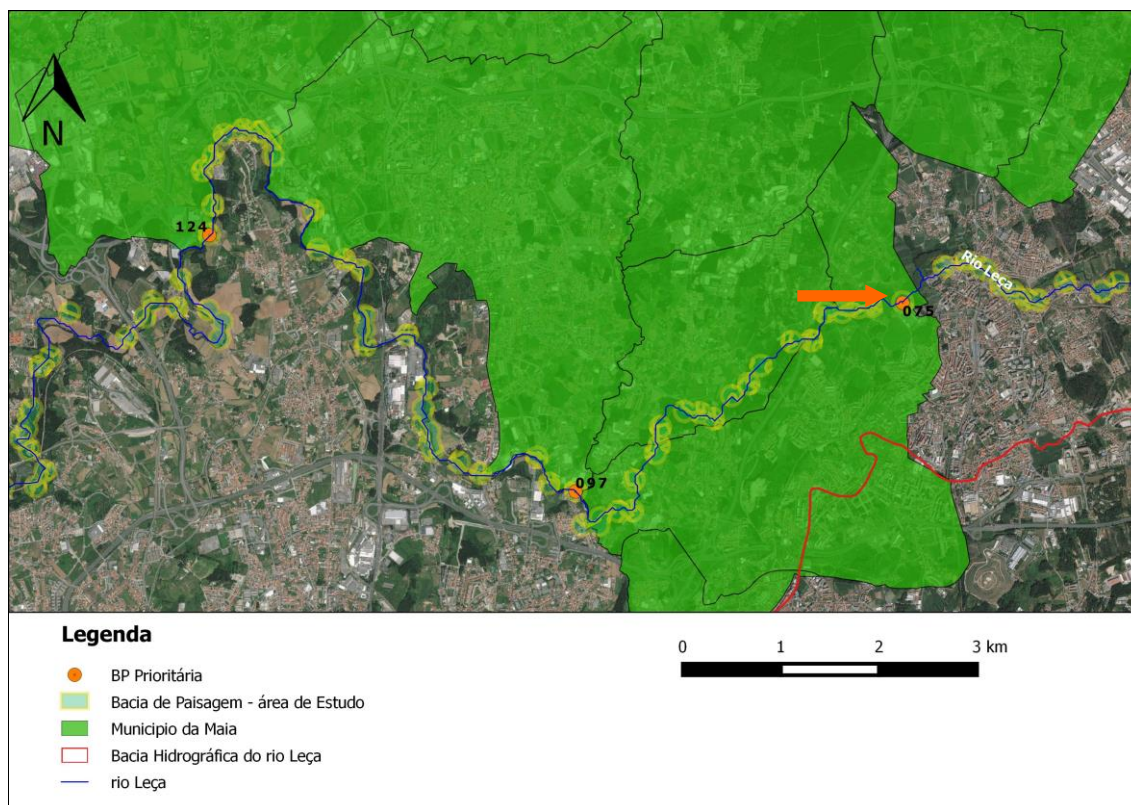


Figura 28 - Identificação das 1BP Prioritárias no Município da Maia (assinalada com a seta).

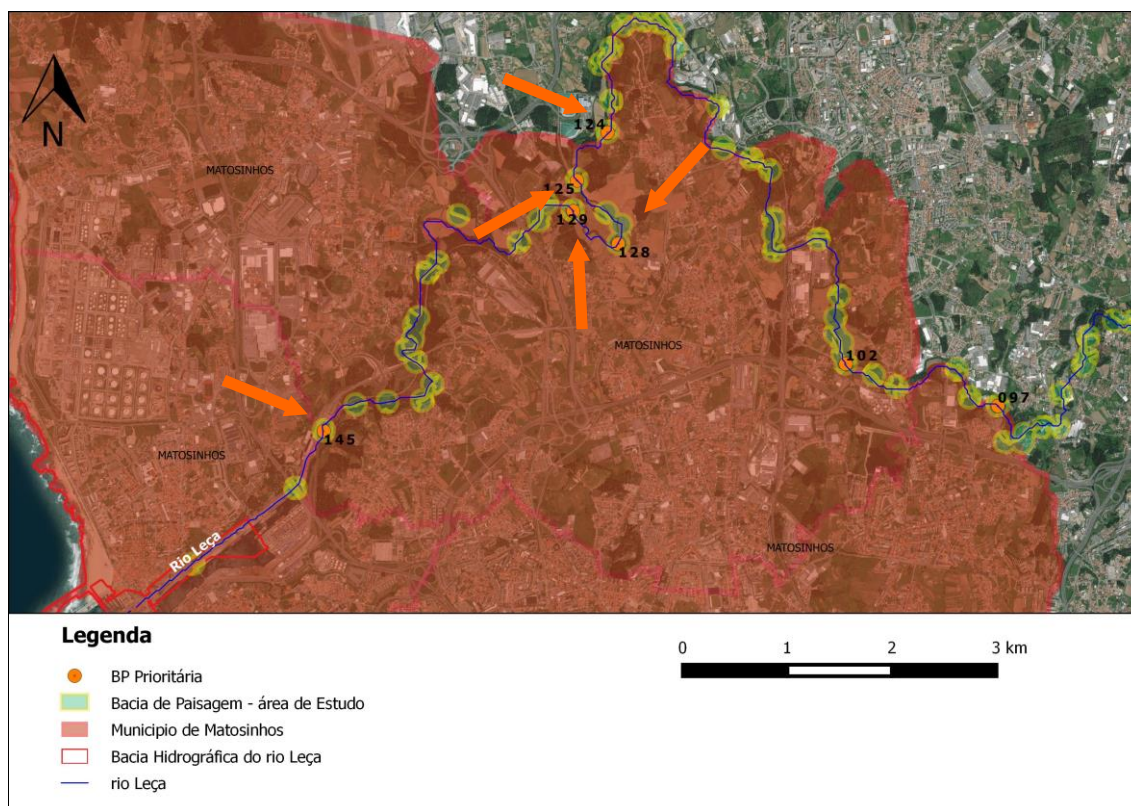


Figura 29 - Identificação das 6BP Prioritárias no Município de Matosinhos (assinaladas com as setas).

Importante referir que as BP Prioritárias nº97 e nº124 indicadas na figura 30, não fazem parte apenas do município da Maia, pois estão na fronteira entre dois municípios, Maia e Matosinhos. Contudo, a BP Prioritária nº124 uma vez que possui uma maior área no município de Matosinhos, passou a fazer parte do mesmo.

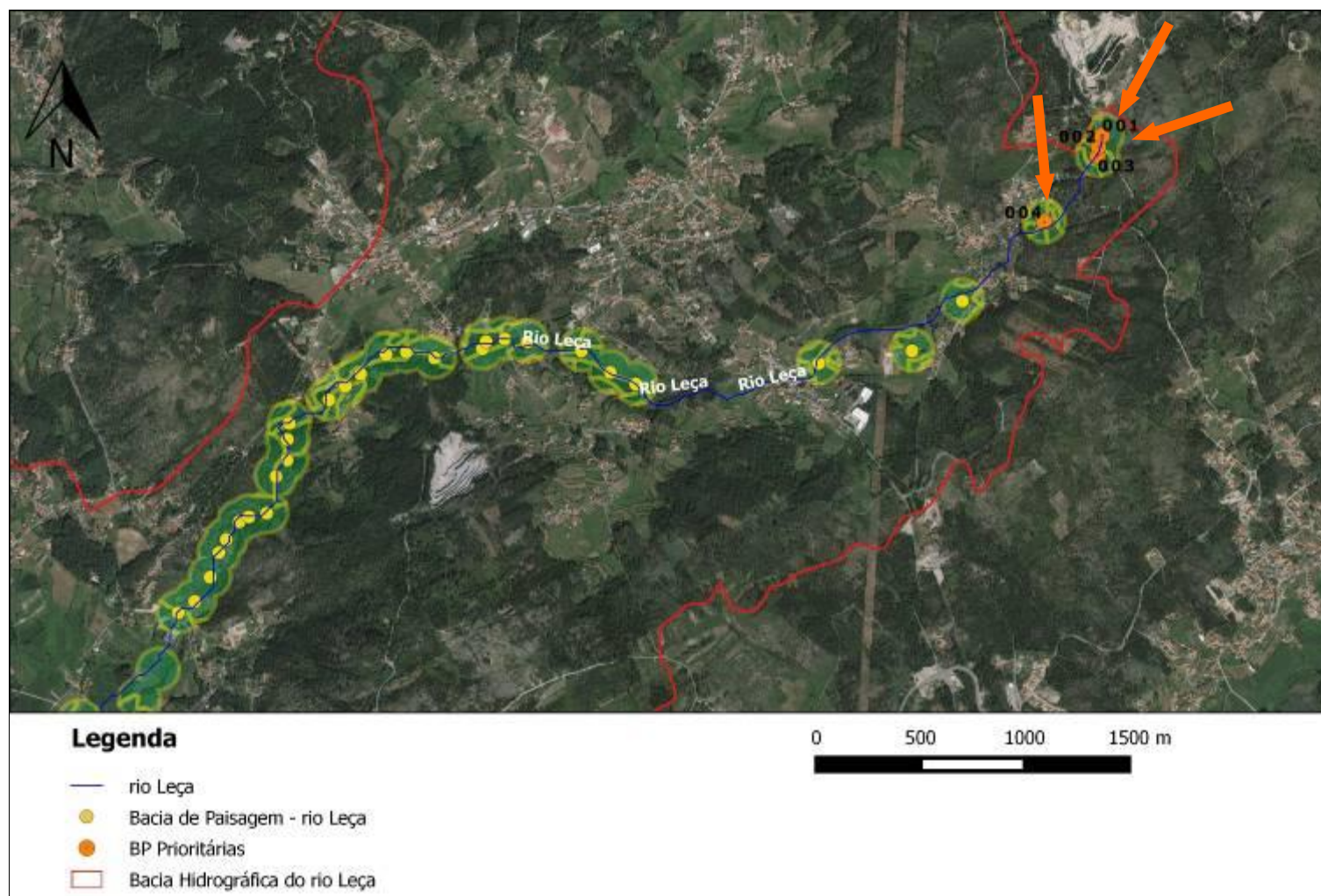


Figura 30 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Florestal (assinaladas com as setas).

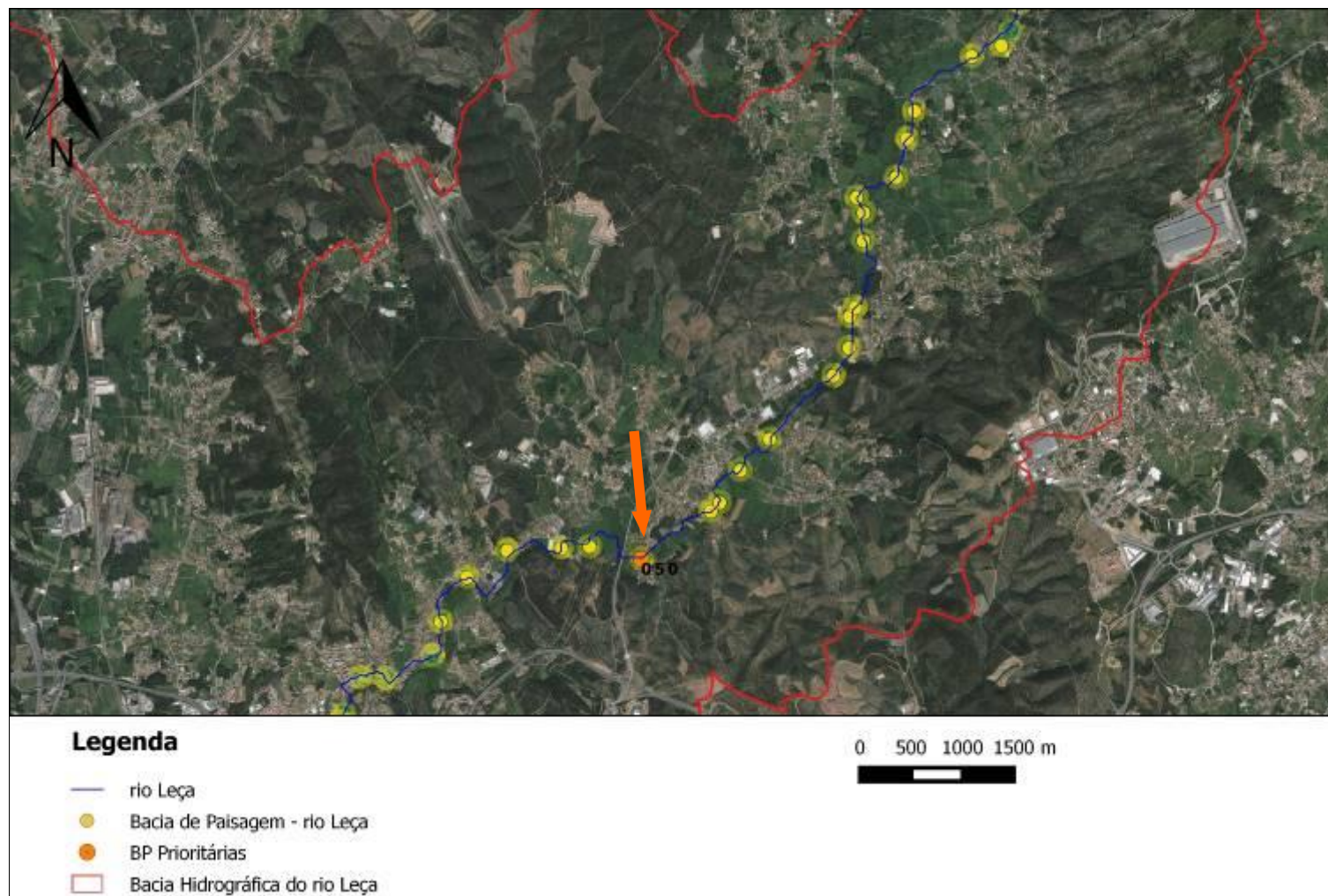


Figura 31 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Agrícola (assinalada com a seta).

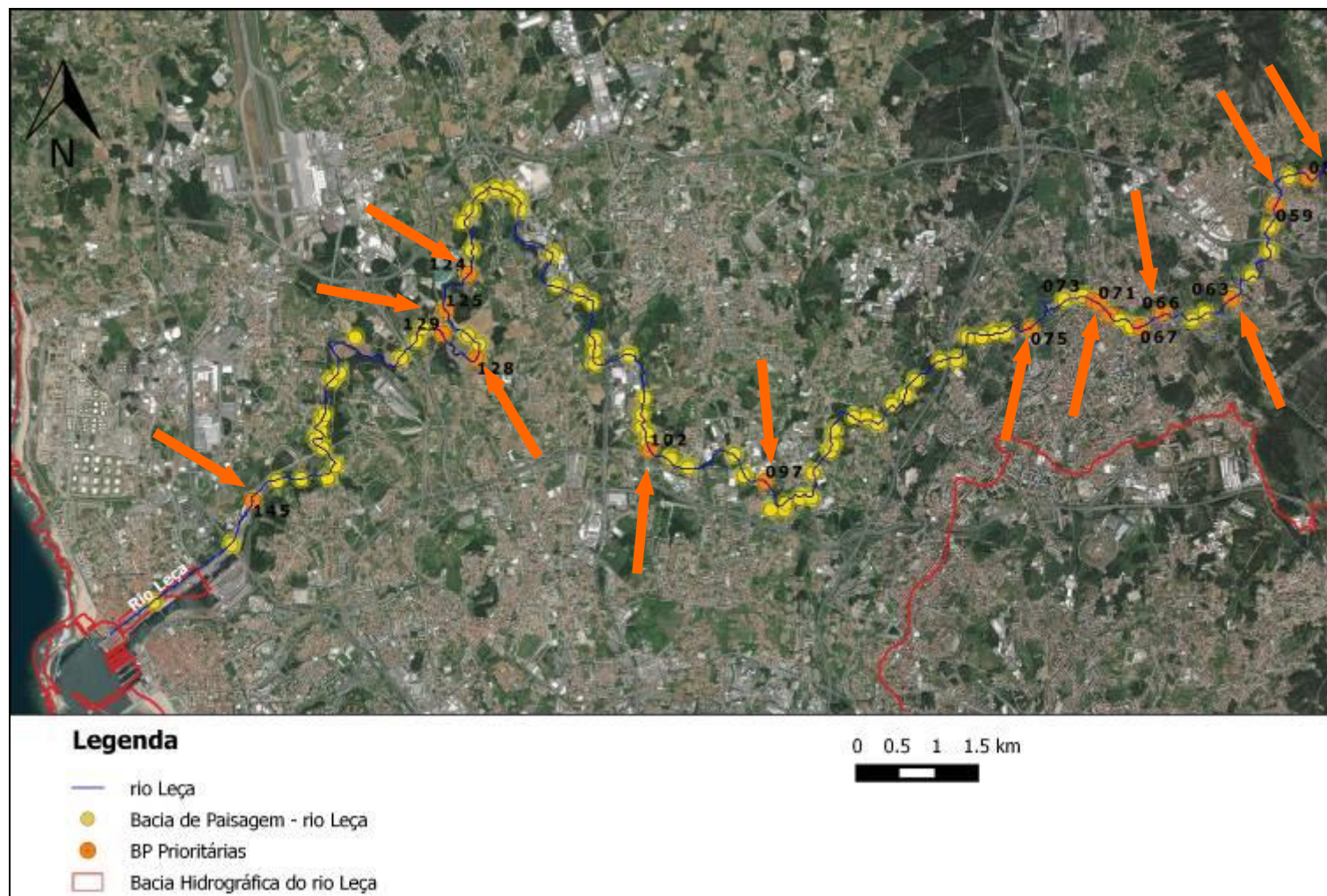


Figura 32 - Enquadramento da localização das BP Prioritárias no espaço Urbano (assinaladas com as setas).

As 20 BP apresentadas anteriormente (Figuras 28, 29 e 30) representam 13,6% da totalidade das BP. As BP prioritárias localizam-se maioritariamente em espaços urbanos, tendo na sua maioria associado o tipo de ocupação do solo “Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes/Sistemas culturais e parcelares complexos”. De facto, este tipo de ocupação do solo é aquele que apresenta maior potencial de melhoria nas BP50 (freguesia de Água Longa, Santo Tirso), BP 66, 67, 70, 71, 72 e 75 (freguesia de Ermesinde, Valongo) e BP145 (união das freguesias de Matosinhos e Leça da Palmeira, Matosinhos). As BP 1 a 4, localizadas na freguesia de Monte Córdova, em Santo Tirso, apresentam como tipos de ocupação do solo com maior potencial de melhoria as “Florestas de eucalipto” e “Florestas de espécies invasoras”. As BP 59 e 63, localizadas na freguesia de Alfena, em Valongo, numa zona de transição entre o espaço agrícola e o espaço urbano, apresentam como tipos de ocupação do solo com maior potencial de melhoria os “Cursos de Água”. As restantes BP prioritárias, que se distribuem pelas freguesias de Moreira (Maia), união de freguesias de Custóias, Leça do Balio e Guifões, união de freguesias de São Mamede Infesta e Senhora da Hora e união de freguesias de Perafita, Lavra e Santa Cruz do Bispo (Matosinhos), apresentam como tipo de ocupação do solo com maior potencial de melhoria “Outras formações lenhosas”.

Relativamente aos serviços de ecossistema, avaliados de acordo com a classificação CICES, o potencial máximo ideal das BP do rio Leça é de 42046 pontos. A avaliação realizada revela que neste momento o rio Leça apresenta um valor de 32448 pontos, o que significa que existe um potencial de melhoria de até 9598 pontos (22,8%). O potencial de melhoria das BP prioritárias, no seu conjunto, é de 2407 pontos, o que significa que intervindo em 20 BP, i.e., em 13,6% do total de BP analisadas, se consegue 25,1% de melhoria na qualidade dos serviços de ecossistema prestados, relativamente ao potencial máximo de melhoria das 147 BP.

Por sua vez, o potencial máximo ideal das BP do rio Leça BP do rio Leça quanto à “Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola” é de 15446 pontos. A avaliação realizada revela que neste momento o rio Leça apresenta um valor de 8164 pontos, o que significa que existe um potencial de melhoria de até 7282 pontos (47,1%). O potencial de melhoria das BP prioritárias, no seu conjunto, é de 1073 pontos, o que significa que

intervindo em 20 BP, se consegue 14,8% de melhoria na “Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola”, relativamente ao potencial máximo de melhoria das 147 BP.

Assim, o potencial máximo ideal do total das 147 BP do rio Leça é de 57492 pontos. A avaliação realizada revela que neste momento o rio Leça apresenta 40612 pontos, o que significa que existe um potencial de melhoria de até 16880 pontos (29,4%). O potencial de melhoria das BP prioritárias é de 3480 pontos, o que significa que intervindo em 20 BP se consegue de 20,6% de melhoria total na qualidade dos serviços de ecossistema prestados, relativamente ao potencial máximo de melhoria no total das 147 BP.

As principais ameaças identificadas ao longo das BP do rio Leça são:

- Áreas ardidas – Presente na BP22;
- Áreas de extração de inertes – Presente na BP1;
- Estufas e viveiros – Presente na BP32;
- Indústrias – Presentes nas BP52, BP60, BP81, BP97, BP108, BP119, BP121 e BP122;
- Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais – Presente na BP91;
- Lixeiras e sucatas – Presentes nas BP96 e BP112;
- Florestas de espécies invasoras – Presentes nas BP1, BP2, BP3 e BP4;
- Florestas de eucalipto – Presentes em 63 BP (39 BP em espaço florestal, 17 BP em espaço urbano e 7 BP em espaço agrícola).



Figura 33 - Áreas ardidas presente na BP 22 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 34 - Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais (LIPOR) presente na BP 124 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 35 - Estufas e viveiros presente na BP 32 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 36 - Industrias presente na BP 145 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 37 - Infraestruturas de tratamento de resíduos e águas residuais ao fundo presente na BP 118 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 38 -Florestas de Eucalipto presente na BP 3 (Fonte: Rui Francisco)

Ao longo do rio Leça também é importante salientar, que existem ocupações que podem ser medidas a utilizar, como por exemplo:

- Espaços verdes urbanos – Presentes nas BP57, BP73, BP74, BP116, BP117, BP118, BP119, BP134 e BP135;
- Reservatórios de represas ou de açudes – Presentes nas BP20, BP54, BP70, BP74, BP85, BP87, BP89, BP94 e BP136;
- Vegetação herbácea natural – Presentes em 42 BP do total de 147 BP identificadas (20 BP em espaço florestal e 22 BP em espaço urbano).

5. Discussão dos resultados

A avaliação do rio Leça por bacias de paisagem permitiu identificar mais facilmente, quer as principais ameaças ao rio Leça, quer os aspetos positivos que ajudam a manter a sua qualidade. Foram avaliadas 147 BP, o que permitiu uma caracterização detalhada, organizada e atualizada da ocupação do solo, do estado dos serviços de ecossistema e dos habitats fluviais e ripícolas ao longo de todo o rio Leça. Quando é feita a comparação entre a ocupação do solo descrita na COS2007 com a identificada pelo autor, em 2016, nas saídas de campo (Anexo I), verifica-se que a COS2007 se encontra desatualizada, uma vez que a maioria dos tipos de ocupação que descreve não coincide com a observação realizada em 2016. Exemplo disso é o caso da bacia de paisagem nº 81 ter presente uma indústria como é visível através do Google Earth e através da COS 2007 é apresentada a informação de que se trata de uma zona classificada como “1.1.2.01.1 Tecido urbano descontínuo” (figura 37).

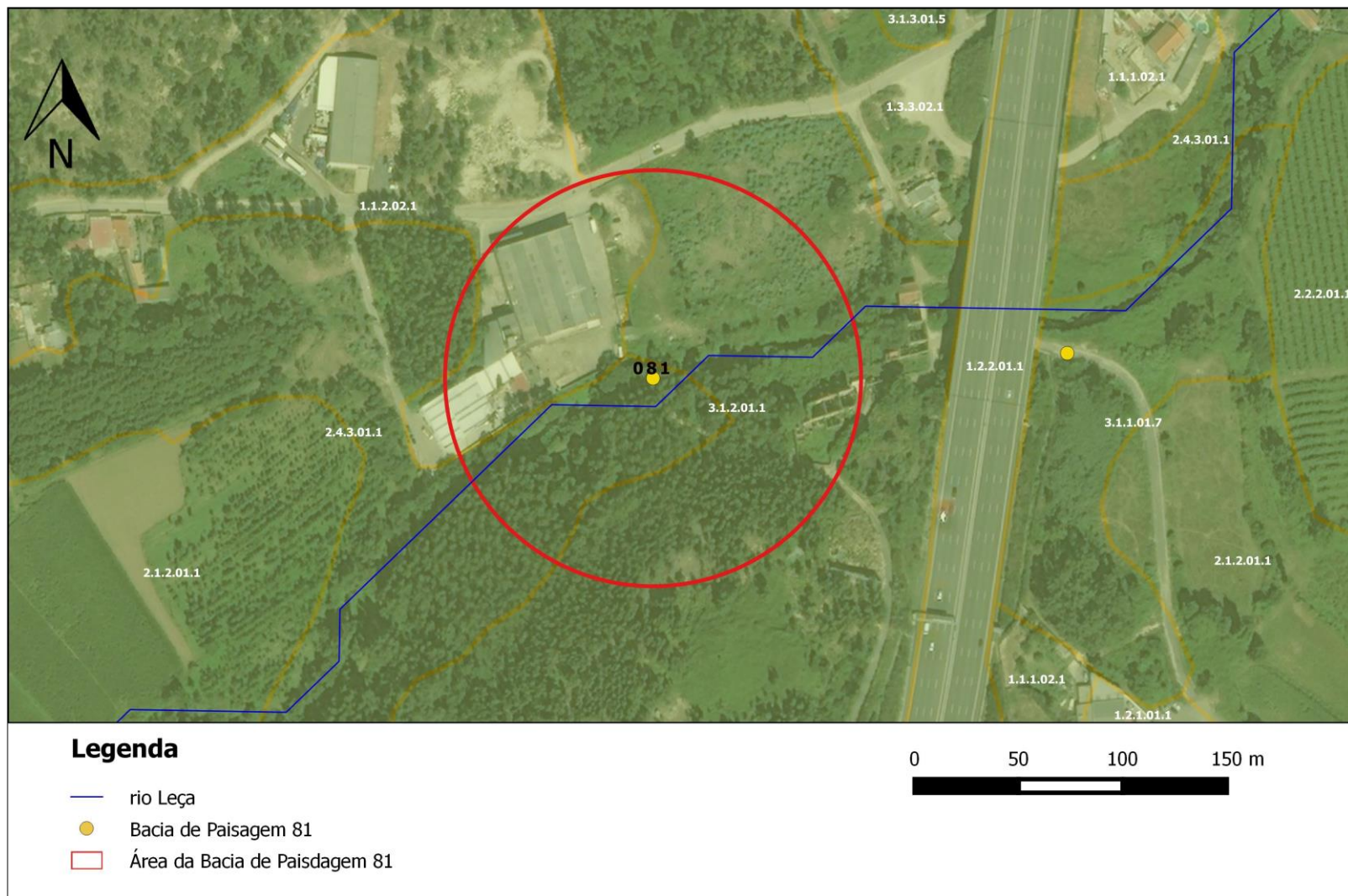


Figura 39 – Informação distinta entre o Google earth e a COS 2007

A avaliação quantitativa dos serviços de ecossistema, do habitat fluvial e da zona ripícola, nas várias BP, torna possível uma comparação mais objetiva entre as diferentes BP, e permite documentar as principais falhas e pontos positivos, de modo a identificar áreas prioritárias de intervenção.

Tendo em atenção que as 20 BP prioritárias identificadas representam 13,6% da totalidade das BP estudadas, e que apresentam uma possibilidade de melhoria dos serviços de ecossistema e ecossistemas fluviais de cerca de 20,6% face ao potencial de melhoria total, tal pode indicar que, uma vez recuperadas, as BP prioritárias poderão ter um contributo muito significativo na melhoria de todo o rio Leça. Por ordem decrescente, os municípios que apresentam maior número de BP prioritárias são Valongo, com oito BP prioritárias, seguido de Matosinhos, com seis, Santo Tirso com cinco e Maia com uma.

Segundo a Câmara Municipal de Matosinhos, no início do século XX o rio Leça “apresentava-se como um rio bucólico, calmo, pleno de azenhas e açudes, que corria por entre bouças, milheirais e humedecia férteis várzeas” (CMM, s.d). É deste modo evidente a importância do rio e da sua rede hidrográfica na geração de recursos naturais e, consequentemente, no estabelecimento das comunidades na sua proximidade (CMM, s.d). A ocupação dos solos da bacia hidrográfica do rio Leça foi sendo feita preferencialmente perto das margens, para que as populações pudessem trabalhar e aproveitar terras mais férteis para o cultivo e tivessem maior facilidade de obtenção de um recurso natural fundamental, a água. A fixação das populações foi, portanto, estratégica. Segundo o Plano de Bacia Hidrográfica do rio Leça, à medida que se caminha ao longo no sentido do rio em direção à foz, verificam-se contributos de diferentes ordens, ou seja, afluentes com maior caudal são alvo de uma maior concentração populacional, em contraste com os afluentes de menor caudal (APA, 2000).

No rio Leça, no sentido da nascente para a foz, o autor identificou na paisagem três tipos de espaço, nomeadamente: espaço florestal, espaço agrícola e espaço urbano.

- Espaço florestal – pequena área de cabeceira, de carácter eminentemente rural, com pequenos aglomerados rurais, onde a paisagem é ordenada e de grande qualidade.

Freguesias abrangidas: Lamelas e Refojos de Riba d'Ave (CMM, s.d).

- Espaço agrícola – zona mais larga e extensa do que a anterior, embora ainda relativamente estreita, que se estende desde a Reguenga até S. Pedro Fins e Ermesinde. O primeiro terço do espaço agrícola, que passa pela freguesia da Agrela, é rural e apresenta boa qualidade paisagística. A restante área do espaço vai progressivamente adquirindo um carácter periurbano e algo industrializado, pelo que, à medida que caminhamos para jusante, a qualidade da paisagem vai sendo cada vez mais reduzida. Freguesias abrangidas: Água Longa, Alfena, Folgosa e Coronado. (CMM, s.d) .
- Espaço urbano – zona mais extensa, engloba todo o núcleo urbano e periurbano dos concelhos da Maia e de Matosinhos e algumas freguesias do Porto. É fortemente industrializada e, por conseguinte, a sua qualidade paisagística é genericamente reduzida. Freguesias abrangidas: Moreira da Maia, Milheirós, Águas Santas, S. Mamede de Infesta, Paranhos, Leça do Balio, Leça da Palmeira, Custóias e St.^a Cruz do Bispo (CMM, s.d) .

Quando se analisa o tipo de uso do solo que mais contribuiu para a degradação da qualidade dos serviços de ecossistema, verifica-se uma contribuição importante das florestas de eucalipto, localizadas na sua maioria, no concelho de Santo Tirso (concelho com 48 do total de 63 BP com florestas de eucalipto). Outras contribuições importantes são as indústrias localizadas maioritariamente nos concelhos da Maia e Matosinhos, bem como as “lixeiros e sucatas” (BP 96 e 112) localizadas na fronteira entre Maia e Matosinhos.

A conservação da natureza é diretamente prejudicada pela presença de florestas de eucalipto e florestas de espécies invasoras. Devido ao seu comportamento característico, originam mantos contínuos que impedem o desenvolvimento de espécies nativas devido aos seus efeitos alelopáticos (Tererai et al., 2013; Marchante et al., 2016). Tanto as florestas de

eucalipto, como as florestas de invasoras, podem aproveitar o corredor fluvial do rio Leça para aumentar a sua dispersão e propagação ao longo do mesmo. Esta ação pode ter como consequência um risco aumentado de incêndio, pois estas espécies funcionam como combustível. Os terrenos incultos (matos, florestas degradadas, etc) e os eucaliptos, são, de facto, as ocupações do solo mais afetadas pelos incêndios, com uma média de percentagem ardida anualmente entre 1990 e 2006 nos Distritos do Porto, Braga e Viana do Castelo de 5,7 e 5,1%, respetivamente (Cartografia de Risco de Incêndio Florestal - Relatório do Distrito do Porto, 2007). Podem levar ainda a um risco acrescido de inundações em situações de precipitação acima da média, pois não existe suporte de solo nem cobertura vegetal nas margens (Le Maitre et al., 2014).

As indústrias também se encontram numa posição central relativamente ao impacto causado nas BP, pois levam à degradação dos recursos hídricos, a problemas associados à procura e oferta de água e associados ao domínio público hídrico e ordenamento do território, contribuindo ainda para uma degradação da natureza (*Impact of Business and Industry on the Environment*, 2015).

As principais ameaças ao rio Leça poderão ter diferentes causas, no entanto as consequências são comuns. As consequências mais importantes são a diminuição da qualidade dos recursos hídricos e a degradação da natureza, incluindo a degradação das galerias ripícolas. Segundo o documento elaborado pela Associação da Campo Aberto “50 espaços verdes em perigo”, as margens do rio Leça em Alfena são um dos 50 locais a preservar, devido à elevada carga orgânica das águas, deposição de lixos nas margens e pressão urbanística e industrial. “A progressiva degradação da qualidade, em termos microbiológicos e físico-químicos, deve-se à destruição dos corredores ripícolas, com a intensificação do uso agrícola e da ocupação urbana e industrial nos três pontos de amostragem.” (Campo Aberto, 2014). Uma vez cruzada a informação, percebe-se que a zona indicada como espaço a preservar pela Associação Campo Aberto inclui oito BP avaliadas pelo autor (da BP58 até à BP65), das quais duas prioritárias.



Figura 40 - Espécie invasora (*Silva* - *Rubus vigoii*) presentes na BP 93 (Fonte : Rui Francisco)



Figura 41 - Espécie invasora (*Bons-dias* - *Ipomoea indica*) presente na BP 32 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 42 - Floresta de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presente na margem do rio Leça na BP 81 (Fonte: Rui Francisco)

Ao longo do rio Leça, o espaço agrícola tem uma quase total ausência de vegetação herbácea natural, o que está provavelmente associado à intenção de aproveitar ao máximo as áreas de cultivo. A agricultura é responsável por poluição química, erosão excessiva e sedimentação em zonas ripícolas (figuras 48, 49 e 50) (Almeida, 2009). Uma forma de contornar a problemática da ausência de vegetação herbácea natural poderá passar por incentivar práticas de agricultura sustentável.



Figura 43 - Ausência de vegetação herbácea natural presente na BP 127 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 44 - Ausência de vegetação herbácea na BP 139 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 45 - Ausência de vegetação herbácea natural na BP 128 (Fonte: Rui Francisco)

Os tipos de ocupação do solo considerados positivos (Espaços verdes urbanos, Reservatórios de represas ou de açudes e Vegetação herbácea natural) ajudam a minimizar problemas tais como inundações em zonas urbanas e agrícolas, e inundações induzidas pelas atividades humanas. A implementação de espaços verdes urbanos desempenha um papel fundamental na conservação da natureza, assumindo características de regulação (Petan et al., 2010). Os reservatórios de represas ou açudes desempenham um papel fundamental nas zonas ribeirinhas, pois em situação de chuva intensa contêm os níveis de água até um certo limite,

reduzindo assim as inundações em zonas urbanas e agrícolas (Prince et al., 2014).



Figura 46 - Espaço verde urbano presente na BP 117 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 47 - Açude presente na BP 136 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 48 - Açude presente na BP94 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 49 - Açude presente na BP60 (Fonte: Rui Francisco)

As piores classificações relativamente à avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola encontram-se concentradas nos espaços urbanos. A classificação das BP71 e 72, localizadas na freguesia de Ermesinde, concelho de Valongo, influenciou negativamente a classificação global do rio Leça. No entanto, a classificação destas duas BP foi influenciada pelo decorrer de obras de requalificação, integradas no âmbito do Projeto “Requalificação das Margens do Leça”, pelo que poderá estar enviesada.

Atendendo à escassez de estudos detalhados nesta área, e com a observação do estado do terreno através da realização de saídas de campo e da aplicação de fichas de campo normalizadas e aferidas, para avaliação da qualidade dos serviços de ecossistema e dos ecossistemas fluviais, seria interessante replicar a metodologia utilizada neste trabalho, quer noutros rios, quer neste mesmo rio mas em diferentes momentos no futuro, por forma a perceber a evolução da qualidade ecológica das BP. Propõe-se igualmente a realização de simulações para análise de futuros cenários através de métodos de modelação, o que permitirá testar diferentes alternativas de intervenção em cada BP, ou conjuntos de BP, bem como conhecer a evolução das mesmas, por forma a seleccionar e aplicar o modelo de gestão mais adequado a cada BP.

Uma das limitações da Ficha de Campo utilizada prende-se com a inevitável subjetividade da avaliação efetuada. Para minimizar este efeito, as observações e classificações registadas foram realizadas em um curto espaço de tempo, para evitar alterações na sensibilidade de avaliação. Seria também desejável que fosse preenchida por pessoas com formação diferenciada, de modo a perceber a coerência e a objetividade dos tópicos utilizados.

Outra limitação verificada na aplicação da Ficha de Campo foi a dificuldade em obter informação, para algumas BP, relativamente às variáveis incluídas na avaliação do *habitat* fluvial e da zona ripícola, pelo facto de os terrenos das margens serem privados e de acesso reservado, nomeadamente, na análise das BP107, BP123, BP124 e BP133, esta última coincidente com o Estabelecimento Prisional de Santa Cruz do Bispo.

6. Conclusão

A Ficha de Campo utilizada para a caracterização e avaliação do rio Leça, e a análise subsequente da informação recolhida, salientam a importância do recurso a metodologias baseadas em observação, pois permitem-nos conhecer, de forma mais detalhada, refletir e tirar conclusões importantes sobre as bacias de paisagem. Apesar dos métodos baseados na observação incorporarem alguma subjetividade na avaliação de alguns parâmetros, a Ficha de Campo revelou ser um método simples, organizado e eficaz de recolha de dados que, depois de tratados, refletem de forma objetiva o estado ecológico das diferentes BP analisadas. A avaliação de um número elevado de BP foi importante no sentido de um melhor conhecimento científico da ocupação do solo, do estado dos serviços de ecossistema e dos habitats fluviais e ripícolas ao longo do rio Leça, o que permitiu fazer um diagnóstico integrado, ao invés de apenas se terem observações descontínuas e parcelares.

Assim, considera-se que o objetivo principal deste estudo, que era o de contribuir para o aumento do conhecimento sobre as BP do rio Leça, foi alcançado. De facto, mesmo recorrendo ao COS2007, a informação existente sobre a ocupação do solo está desatualizada, o que gera importantes lacunas no conhecimento, não só das principais ameaças, mas também do estado dos habitats naturais e seminaturais.

Pode concluir-se que os resultados obtidos neste estudo revelam, de um modo detalhado e atualizado, o estado das BP do rio Leça, o que pode ter importantes implicações para a implementação de estratégias e ações no âmbito da conservação e da reabilitação, visto que são identificados os principais elementos e causas dos problemas/ameaças existentes, bem como as BP com maiores potenciais de melhoria.

7. Bibliografia

- Abecassis, F. (1999). *Água o desafio vital – Apontamentos sobre a economia da água*. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas.
- ACA. (2006). *Protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos (protocolo HIDRI)*. Agencia Catalana del Agua (ACA).
- Adams, C., Bernard, J., Galgowski, C., Hankin, H., Newton Bruce, Robbins, L., & Thackeray, D. (2007). *Stream Restoration Design - National Engineering Handbook*. United States Department of Agriculture.
- Aguiar, F. (2004). *Vegetação ripícola em sistemas fluviais mediterrânicos. Influência dos ecossistemas envolventes. Dissertação de Doutoramento em Engenharia Florestal*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia.
- Almeida, M. H. (2009). *Zonas Ribeirinhas Sustentáveis - Um Guia de Gestão*. Ripidurable.
- Alves, M. H., Bernardo, J., Matias, P., & Martins, J. P. (2003). *Caudais Ecológicos em Portugal*. Instituto da Água.
- Lauscha, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.-U., Tischendorff, L., & Walz, U. (2015). Understanding and quantifying landscape structure –A review on relevant process characteristics, data models and landscape metrics. *Ecological Modelling*, 12.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente. (1 de junho de 2015). *Plano de Gestão de Região Hidrográfica 2016/2021*.
- APA - Agência Portuguesa do Ambiente (2000). *Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Leça, 1ª Fase - Volume I - Síntese*.
- Brunke, M., & Gonser, T. (1997). *Freshwater Biology - The ecological significance of exchange processes between rivers and groundwater*.
- Baudry, J., Burel, F., Ghera, C. M. & Poggio, S.L. (2014). *Landscape Ecology - Concepts, Methods and Applications*. Science Publishers.

- Caetano, M., Pereira, M., Carrão, H., Araújo, A., Nunes, A., & Nunes, V. (s.d.). *Cartografia temática de ocupação/uso do solo*. Instituto Geográfico Português.
- CREEDSAMP - Centro Regional de Excelência em Educação para o Desenvolvimento Sustentável da Área Metropolitana do Porto. (05 de 07 de 2010). *UM RETRATO DA BIODIVERSIDADE NA ÁREA METROPOLITANA DO PORTO*. Obtido de http://www.campoaberto.pt/wp-content/uploads/2010/12/Retrato_da_biodiversidade_na_AMP.pdf.
- Cihlar, J. (2000). Land cover mapping of large areas from satellites: status and research priorities. *International Journal of Remote Sensing*.
- Comber, A. J., Wadsworth, R. A., & Fisher, R. F. (2008). Using semantics to clarify the conceptual confusion between land cover and land use: the example of 'forest'. *Journal of Land Use Science*, 13.
- CMM - Câmara Municipal de Matosinhos. (s.d.) - Obtido de <http://www.cm-matosinhos.pt/pages/130>.
- Dajoz, R. (2005). *Princípios de Ecologia - 7ª Edição*. Artmed Editora.
- Duquet, M. (2007). *Ciências da Vida - Glossário de Ecologia Fundamental*. Portoq: Porto Editora.
- EEA - European Environment Agency Agency, E. E. (Revised January 2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. Nottingham.
- Fadigas, L. (2007). *Fundamentos ambientais do ordenamento do território e da paisagem, 1ª edição*. Edições Sílabo. Lisboa. .
- Fernandes, I. (2012). *Levantamento e Intervenção em Elementos Perturbadores e Dissonantes da Paisagem nas Serras do Baixo-Tâmega*.
- Ferreira, T. M., & Brito, G. A. (2009). Águas Interiores Superficiais - Capítulo 10 . Em *Ecossistemas e o Bem-Estar Humano - Avaliação para Portugal do Millennium Ecosystem Assessment* (p. 734). Escola Editora.
- Gregory, S. V., Swanson, F. J., Mckee, W. A., & Cummins, W. C. (1991). *An ecosystem perspective of riparian zones*. Biosciense.

- Guerreiro, N., & Pereira, P. B. (2002). *Poluição e Qualidade da Água*. Lisboa: Instituto da Água.
- Heymann, Y., Steenmans, C., Croissille, G., & Bossard, M. (1994). *CORINE Land Cover Technical Guide*. Luxembourg: Office for Official Publications of Communities.
- ICNF – Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (1994). *Caderno de encargos do consumo público Nº6/IF - DSGA/94 - Fotointerpretação da Região Norte do País no Âmbito do "Projecto Nacional de Cartografia de Ocupação do Solo"*. Lisboa: Instituto Florestal.
- IGEO – Instituto Geográfico Português (2010). Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007.
- IGEO – Instituto Geográfico Português (Dezembro de 2010). *Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007 (COS 2007) - Memória descritiva*.
- Kendall, H. (1992). *World Scientists' Warning to Humanity- Union of concerned scientists*. Obtido de <http://www.actionbioscience.org/environment/worldscientists.html>
- Lambin E. F., ., ., . (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global Environmental Change*.
- Lencastre, A. F. M. (2010). *Lições de Hidrologia*. Lisboa: Fundação da Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade Nova de Lisboa.
- Madureira, L., Magalhães, P., Silva, P. G., Marinho, C., & Oliveira, R. (2013). *A Economia dos Serviços de Ecossistemas - UM GUIA PARA CONHECER E VALORIZAR SERVIÇOS AGROFLORESTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS DE MONTANHA*. QUERCUS - ANCN.
- Marchante, E., Morais, M., Marchante, H., Reis, C., Freitas, H., Carvalho, V., & Gamela, A. (25 de julho de 2016). Obtido de Invasoras: <http://invasoras.pt/o-que-sao/>
- MEA - *Millenium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and Human Well-being - Synthesis*. Washinton D.C.: World Resources Institute.

- Meneses, B. M., Saraiva, R., Vale, M. J., & Reis, R. (s.d.). OS SIG NA AVALIAÇÃO DA EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE PORTUGAL CONTINENTAL. pp. 1-9.
- Meneses, B. M., Vale, M. J., & Reis, R. (s.d.). A importância da avaliação das transições de uso e ocupação do solo na compreensão da evolução da paisagem. *Direção-Geral do território*.
- Meyer, W. B., & Turner, B. L. (1996). Land-use/land-cover change: challenges for geographers. *GeoJournal*.
- Munné, A., Prat, N., Solà, C., Bonada, N., & Rieradevall, M. (2003). *A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitat in rivers and streams: QBR index*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 13.
- Painho, M., & Caetano, M. (2006). *Cartografia de Ocupação do Solo, Portugal Continental, 1985-2000*. Amadora: Instituto do Ambiente.
- Pereira, H. M., Domingos, T., Vicente, L., & Proença, V. (2009). *Ecossistemas e Bem-Estar Humano*. Lisboa: Escolar Editora.
- Pinto, R. (2013). *A Paisagem do Sítio de Interesse Comunitário do Rio Piava: caracterização e avaliação do estado ecológico*. Universidade do Porto - .
- Principles for riparian lands management. (2007). Em P. Price, & W. Tubman, *Structure and characteristics of riparian lands*. Land & Water Australia.
- Saraiva, M. d. (1999). *O Rio como Paisagem*. Fundação Calouste Gulbenkian e Fundação para a Ciência e Tecnologia.
- Souza, J. O. (15 de Setembro de 2013). DOS SISTEMAS AMBIENTAIS AO SISTEMA FLUVIAL – UMA REVISÃO DE CONCEITOS. p. 10.
- Tánago, M., & Jalón, D. (2011). *Riparian Quality Index (RQI): A methodology for characterising and assessing the environmental conditions of riparian zones*. Limnetica 30.
- Teiga, P. (2003). *Reabilitação de Ribeiras em Zonas Edificadas*. Porto: Faculdade de Engenharia do Porto.

UN-ECE/FAO. (2000). *Main report, Forest Resouscesz of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealanda (industrialized temperate/boreal countries)* . New York and Geneva: United Nations Publication.

Vale, M. J., Reis, R., & Meneses, B. M. (2014). *Uso e Ocupação do Solo em Portugal Continental - Avaliação e Cenário Futuros*. Direção-Geral do Território (DGT).

Velhas, E. (1991). *A Bacia Hidrográfica do Rio Leça*. Porto: Revista da Faculdade de Letras - Geografia, I Série, Vol. VH .

Working, T. F. (1998). *Stream Corridor Restoratio: Principles, Processes, and Practices*. October de 1998.

Anexos

Anexo I – Exemplos de algumas BP Prioritárias

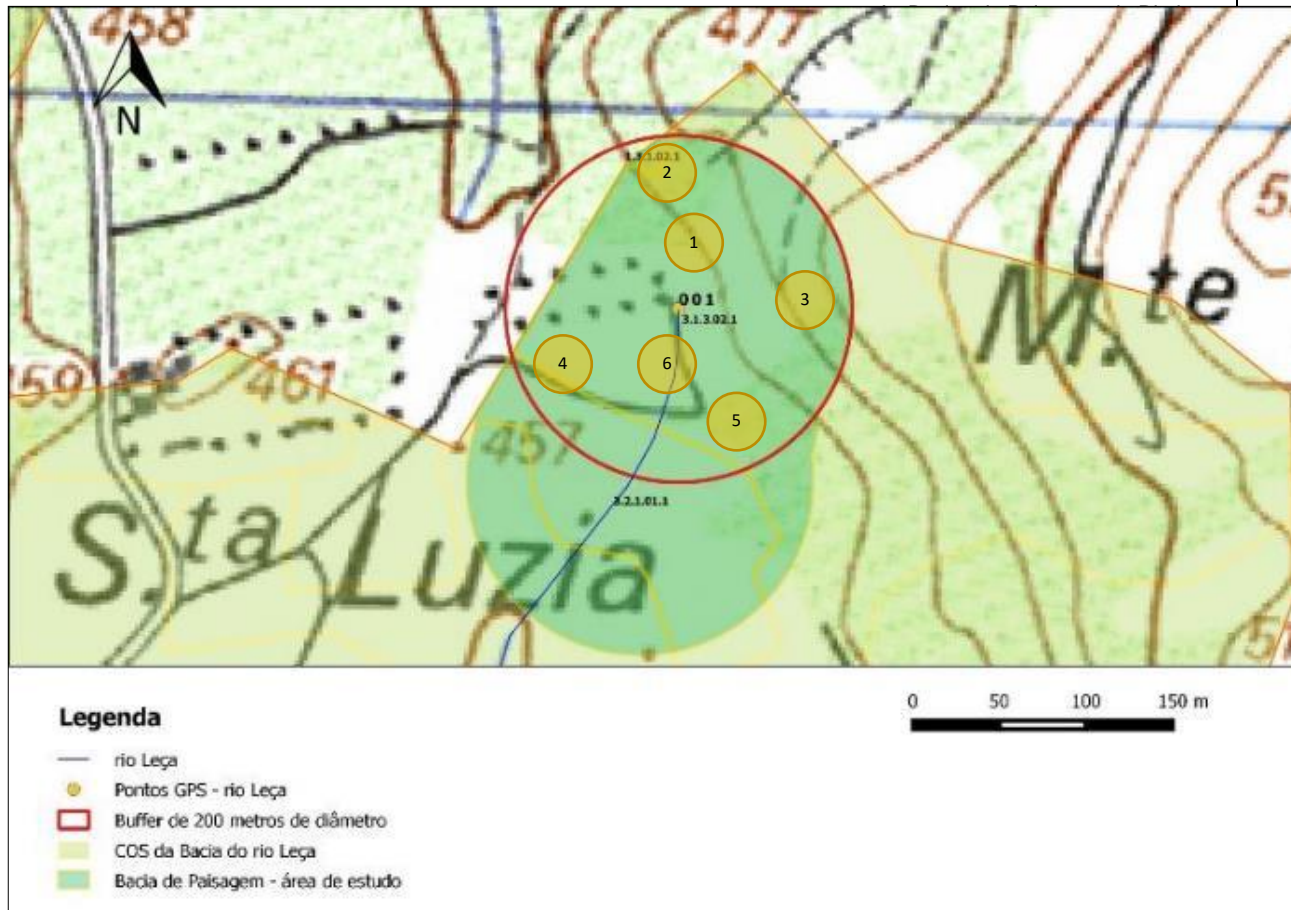


Figura 50 - Área da bacia de paisagem nº1 (excerto da carta militar nº. 98)

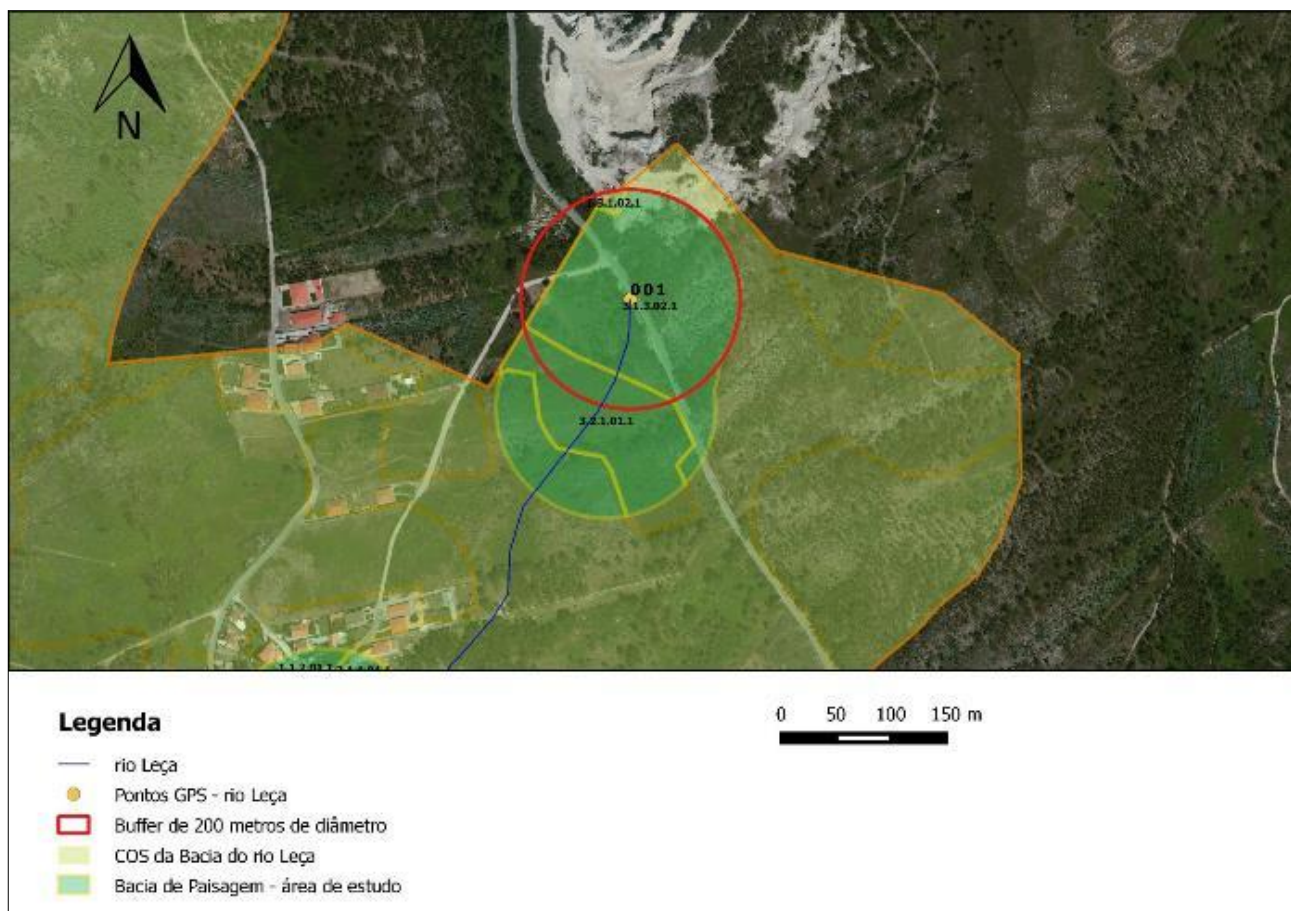


Figura 51 - Área da bacia de paisagem nº1 (fonte: Google Earth)

Tabela 4 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS

Classificação COS		Classificação no terreno com base na COS	
Numeração	Tipo de Utilização	Numeração	Tipo de Utilização
1.3.1.02.1	Pedreiras	1	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
3.1.3.02.1	Florestas de pinheiro bravo com folhosas	2	Áreas de extração de inertes
3.2.1.01.1	Vegetação herbácea natural	3	Florestas de eucalipto
		4	Florestas de espécies invasoras
		5	Matos / vegetação esclerófito
		6	Cursos de água naturais



Figura 52 - Nascente do rio Leça (Fonte: Rui Francisco)



Figura 53 - Envolvente da nascente do rio Leça (Fonte: Rui Francisco)



Figura 54 - Margem esquerda e direita a jusante da nascente do rio Leça (Fonte: Rui Francisco)

Tabela 5 - Classificação da CICES da BP1

	Tipo de elemento de paisagem	Pontos de monitorização da BP	Grupo CICES																														
			Produção												Potencial máximo ideal	Avaliação Realizada - Subtotal	Melhorias parciais	Suporte Regulação									Avaliação máximo ideal	Avaliação Realizada - Subtotal	Melhorias parciais				
			Biótico						Abiótico									Biótica						Abiótica									
			Nutrição		Meteorol.		Estado		Nutrição		Meteorol.		Estado					Medição sazonal/temperatura, humidade e pH			Medição de fluxo			Monitorização das condições físicas, químicas e biológicas						Medição de humidade, temperatura e humidade	Medição de fluxo	Monitorização das condições físicas	
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12				A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21				A22	A23	A24	
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	1.2.2	Ponto 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Áreas de extração de inertes	1.3.1	Ponto 1	0	0	0	0	0	0	1	0	3	3	3	3	25	13	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	9	4	5
Florestas de eucalipto	3.1.1.01.5	Ponto 1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	5	6	2	2	1	3	1	1	1	1	2	2	2	1	1	35	18	17
Florestas de espécies invasoras	3.1.1.01.6	Ponto 1	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11	5	6	2	2	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	39	17	22	
Matos / vegetação esclerófila	3.2.2	Ponto 1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	7	3	4	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	40	17	23	
Cursos de água naturais	5.1.1.01.1	Ponto 1	1	3	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	19	9	10	2	2	2	3	2	1	1	3	1	2	2	2	52	23	29	

Tabela 6 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP1

[illegible]

Tabela 7 - Avaliação final da BP 1

Avaliação de Cices / Bacias			Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola				Avaliação final por Bacia de Paisagem		
Avaliação Máxima/ Ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria	Avaliação máxima/ Ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria		Avaliação máxima/ Ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria
248	114	134	105	75	30		353	189	164

Tabela 8 - Legenda da tabela de análise do rio Leça

Simbologia	Grupo do CICES
A1	Biomassa
A2	Água
A3	Biomassa, Fibra
A4	Água
A5	Fontes de energia baseadas em biomassa
A6	Energia mecânica
A7	Mineral
A8	Não Mineral
A9	Metálico
A10	Não Metálico
A11	Mediação por biota
A12	Mediação por ecossistemas
A13	Fluxos de massa
A14	Fluxos líquidos
A15	Fluxos gasosos / de ar
A16	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético
A17	Controlo de pestes e doenças
A18	Formação e composição de solo
A19	Condições da água
A20	Composição atmosférica e regulação de clima
A21	Interações físicas e empíricas
A22	Interações intelectuais e representacionais
A23	Espiritual e/ou emblemático
A24	Outros outputs culturais

BACIA DE PAISAGEM Nº50 – rio Leça

ECUP | 100

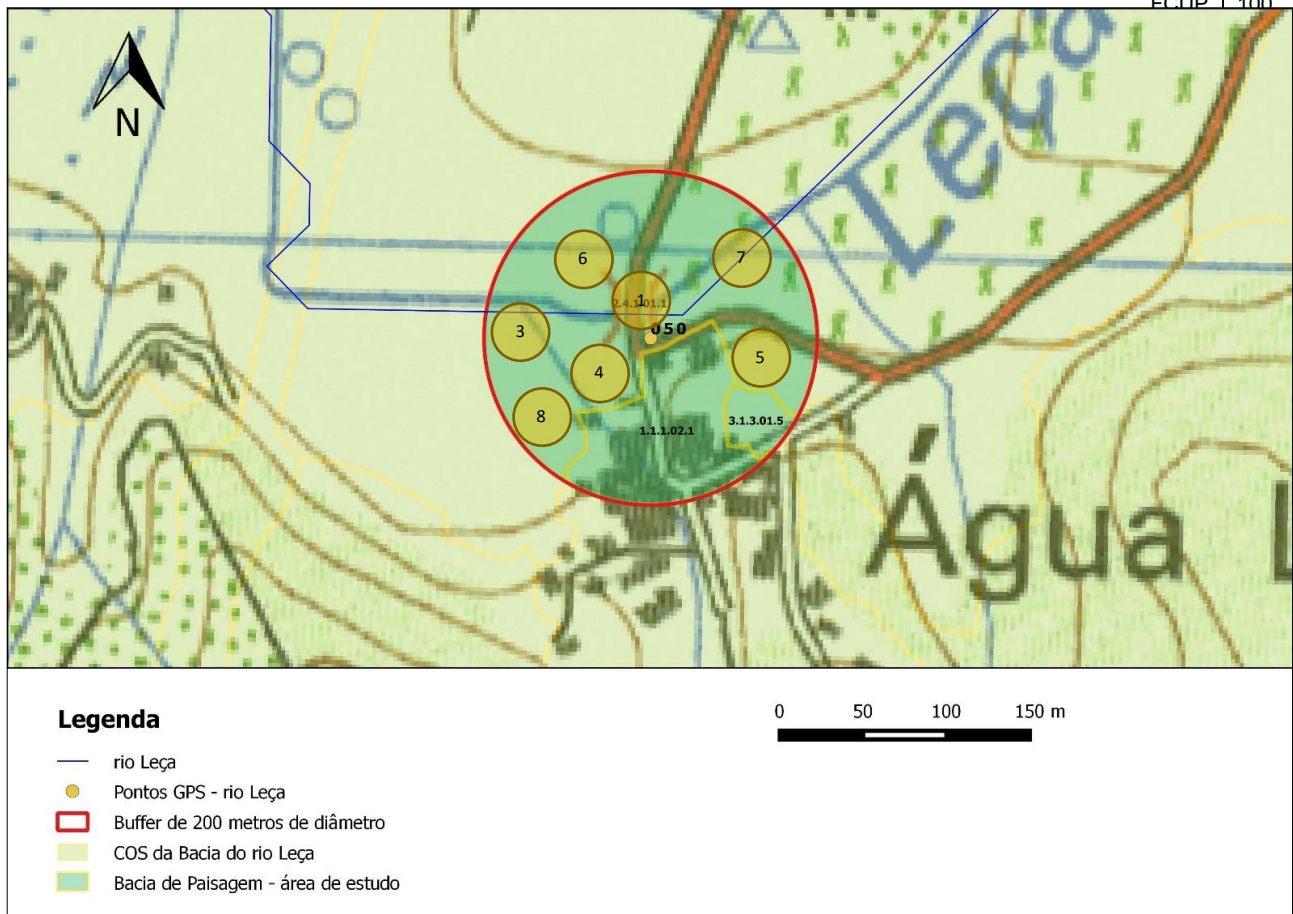


Figura 55 - Área da bacia de paisagem nº50 (excerto da carta militar nº 98)

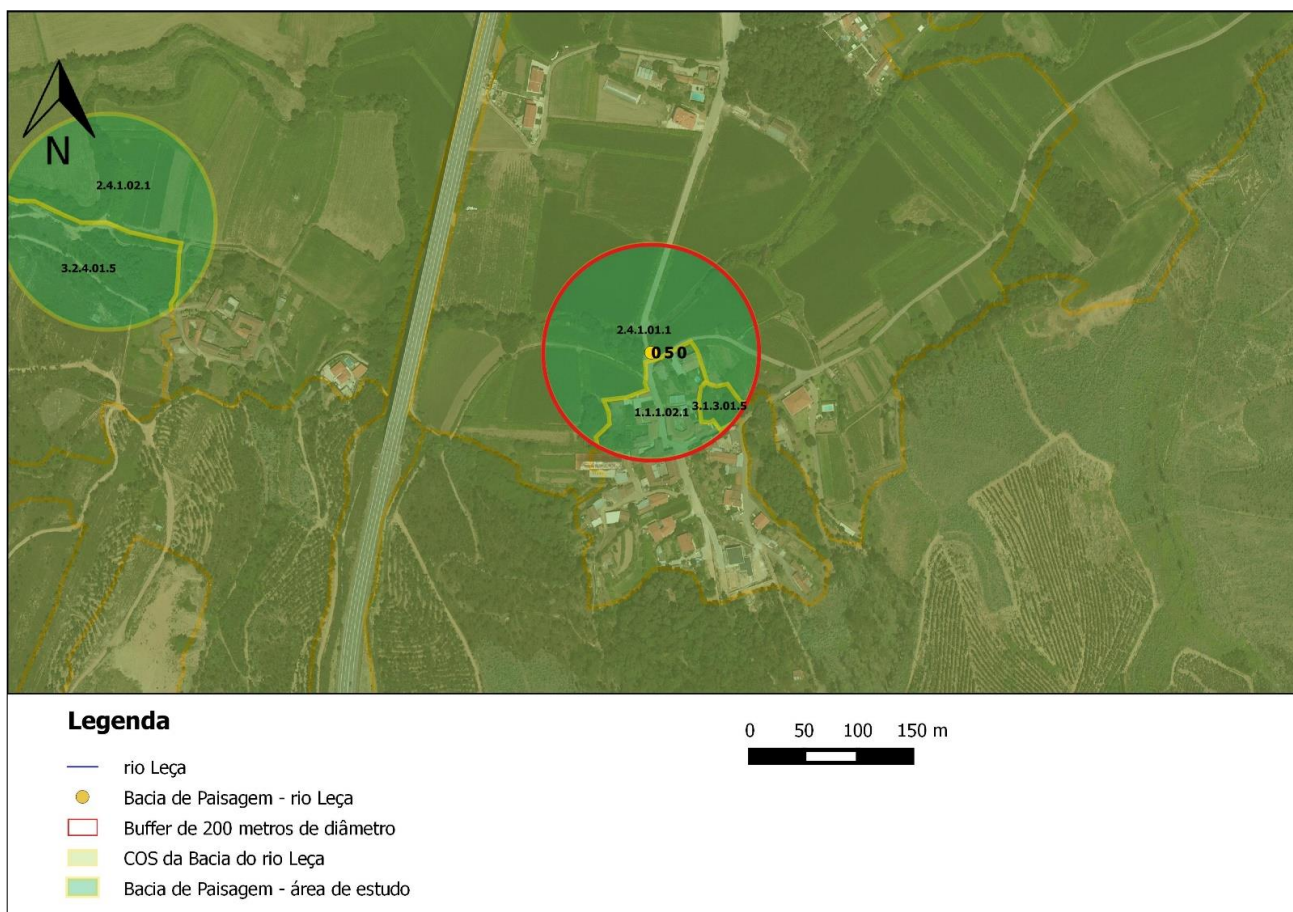


Figura 56 - Área da bacia de paisagem nº50 (fonte: Google Earth)

Tabela 9 - Avaliação área da bacia de paisagem com base na COS

Classificação COS		Classificação no terreno com base na COS	
Numeração	Tipo de Utilização	Numeração	Tipo de Utilização
2.4.1.01.1	Culturas temporárias de sequeiro associadas a vinha	1	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
3.1.3.01.5	Florestas de eucalipto com resinosas	2	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos
1.1.1.02.1	Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal	3	Cursos de água naturais
		4	Outras formações lenhosas
		5	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
		6	Culturas temporárias de regadio
		7	Cursos de água naturais
		8	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos



Figura 57 - Envoltente da BP 50 - Parte 1 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 58 - Envoltente da BP 50 - Parte 2 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 59 - Envoltente da BP 50 - Parte 3 (Fonte: Rui Francisco)

Tabela 10 - Classificação da CICES da BP50

	Tipo de elemento de paisagem	Pontos de monitorização da BP	Grupo CICES																														
			Produção												Potencial máximo Ideal	A valiação Realizada - Subtotal	Melhorias parciais	Supor de Regulação															
			Distância						Abstração									Distância						Abstração									
			Medição		Material		Evolução		Medição		Material		Evolução					Medição de variáveis de uso do solo, poluição e habitats			Medição de fluxos			Monitorização das condições físicas, químicas e biológicas			Medição de variáveis de uso do solo, poluição e habitats		Medição de fluxos		Monitorização das condições físicas e químicas		
			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12				A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24				
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	1.2.2	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0		
Culturas temporárias ou partilhadas associadas a culturas permanentes / Sistema cultural e	2.4.1/2.4.2	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	7	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	46	29	17		
Currais de água natural	5.1.1.0.1	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	15	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52	36	16		
Outras formações lençulares	3.2.4.07	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	15	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52	36	16		
Redes viárias e ferroviárias e espaços associados	1.2.2	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0		
Culturas temporárias de regadio	2.1.2	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	13	6	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	35	35	0		
Currais de água natural	5.1.1.0.1	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19	15	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	52	36	16		
Culturas temporárias ou partilhadas associadas a culturas permanentes / Sistema cultural e	2.4.1/2.4.2	Ponto 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	7	8	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	46	29	17		

Tabela 12 - Avaliação final da BP50

Avaliação de Cices / Bacias			Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola				Avaliação Final por Bacia de Paisagem		
Avaliação Máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria	Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria		Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria
389	273	116	105	55	50		494	328	166

Tabela 13 - Legenda da tabela de análise do rio Leça

Simbologia	Grupo do CICES
A1	Biomassa
A2	Água
A3	Biomassa, Fibra
A4	Água
A5	Fontes de energia baseadas em biomassa
A6	Energia mecânica
A7	Mineral
A8	Não Mineral
A9	Metálico
A10	Não Metálico
A11	Mediação por biota
A12	Mediação por ecossistemas
A13	Fluxos de massa
A14	Fluxos líquidos
A15	Fluxos gasosos / de ar
A16	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético
A17	Controlo de pestes e doenças
A18	Formação e composição de solo
A19	Condições da água
A20	Composição atmosférica e regulação de clima
A21	Interações físicas e empíricas
A22	Interações intelectuais e representacionais
A23	Espiritual e/ou emblemático
A24	Outros outputs culturais



Figura 60 - Área da bacia de paisagem nº71 (excerto da carta militar nº110)

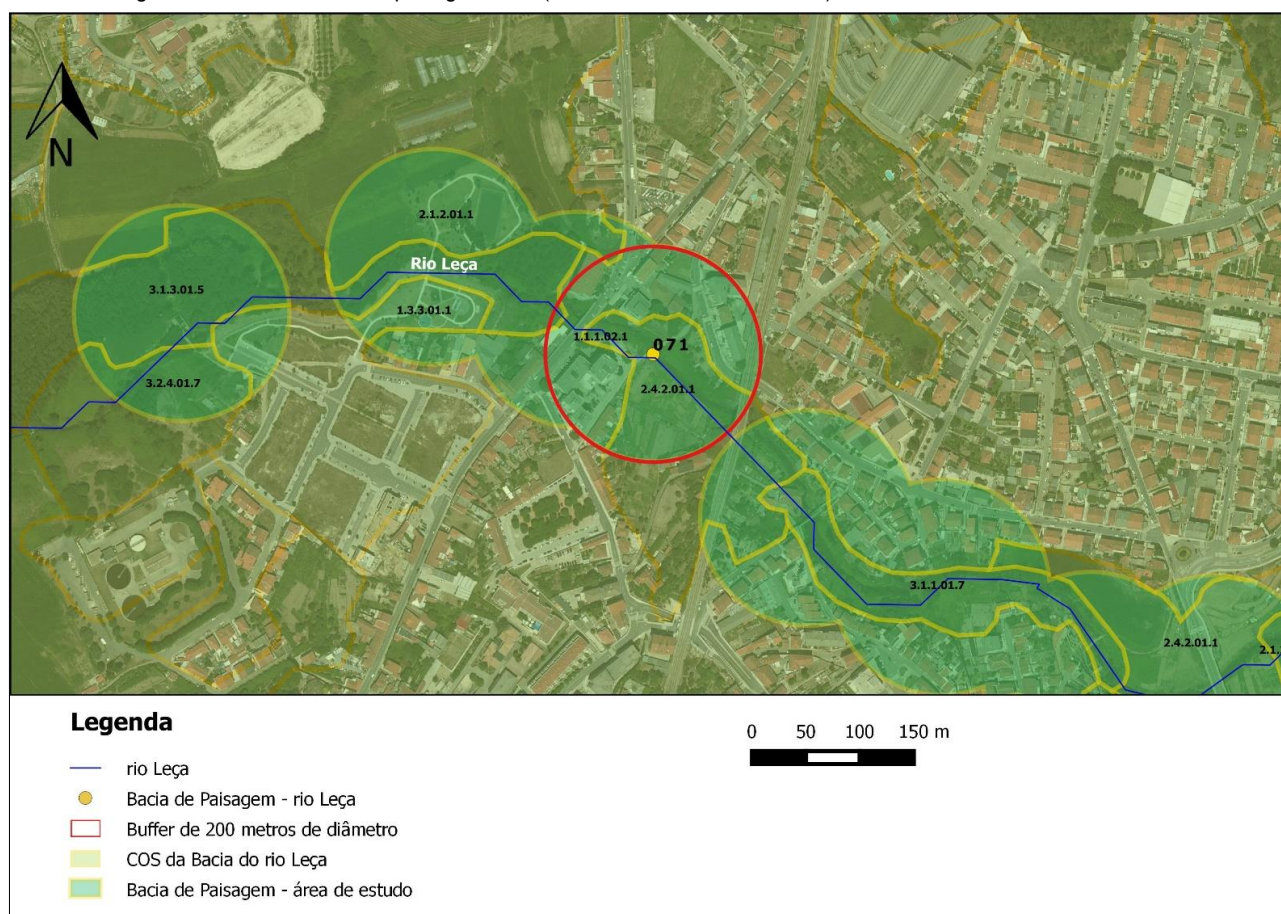


Figura 61 - Área da bacia de paisagem nº71 (fonte: Google Earth)

Tabela 14 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS

Classificação COS		Classificação no terreno com base na COS	
Numeração	Tipo de Utilização	Numeração	Tipo de Utilização
1.1.1.02.1	Tecido urbano contínuo predominantemente horizontal	1	Tecido urbano descontínuo
2.4.2.01.1	Sistemas culturais e parcelares complexos	2	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos
3.1.3.01.5	Florestas de eucalipto com resinosas	3	Cursos de água naturais
2.1.2.01.1	Culturas temporárias de regadio	4	Matos / vegetação esclerófito
		5	Áreas em construção
		6	Redes viárias e ferroviárias e espaços associados
		7	Tecido urbano descontínuo
		8	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos



Figura 62 - Envoltente da BP71 parte 1 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 63 - Envoltente da BP71 parte 2 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 64 - Envoltente da BP71 parte 3 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 65 - Envoltente da BP71 parte 4 (Fonte: Rui Francisco)

Tabela 15 - Classificação da CICES da BP71

[illegible]

Tabela 16 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP71

[illegible]

Tabela 17 - Avaliação final da BP71

Avaliação de Cices / Bacias			Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola				Avaliação Final por Bacia de Paisagem		
Avaliação Máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria	Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria		Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria
332	171	161	105	26	79		437	197	240

Tabela 18 - Legenda da tabela de análise do rio Leça

Simbologia	Grupo do CICES
A1	Biomassa
A2	Água
A3	Biomassa, Fibra
A4	Água
A5	Fontes de energia baseadas em biomassa
A6	Energia mecânica
A7	Mineral
A8	Não Mineral
A9	Metálico
A10	Não Metálico
A11	Mediação por biota
A12	Mediação por ecossistemas
A13	Fluxos de massa
A14	Fluxos líquidos
A15	Fluxos gasosos / de ar
A16	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético
A17	Controlo de pestes e doenças
A18	Formação e composição de solo
A19	Condições da água
A20	Composição atmosférica e regulação de clima
A21	Interações físicas e empíricas
A22	Interações intelectuais e representacionais
A23	Espiritual e/ou emblemático
A24	Outros outputs culturais
A24	Outros outputs culturais

BACIA DE PAISAGEM Nº145 – rio Leça

ECUP | 112

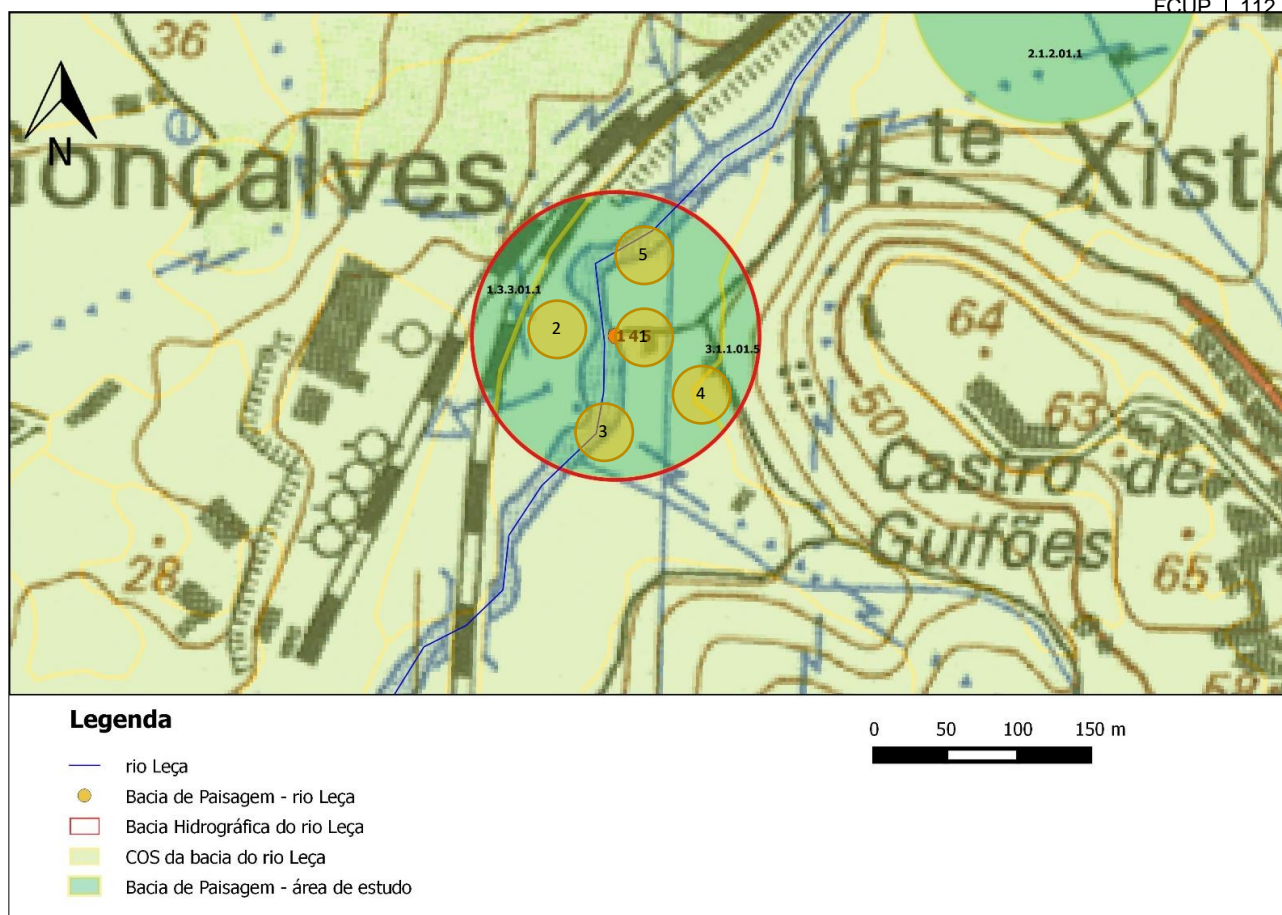


Figura 66 - Área da bacia de paisagem nº145 (excerto da carta militar nº 110)

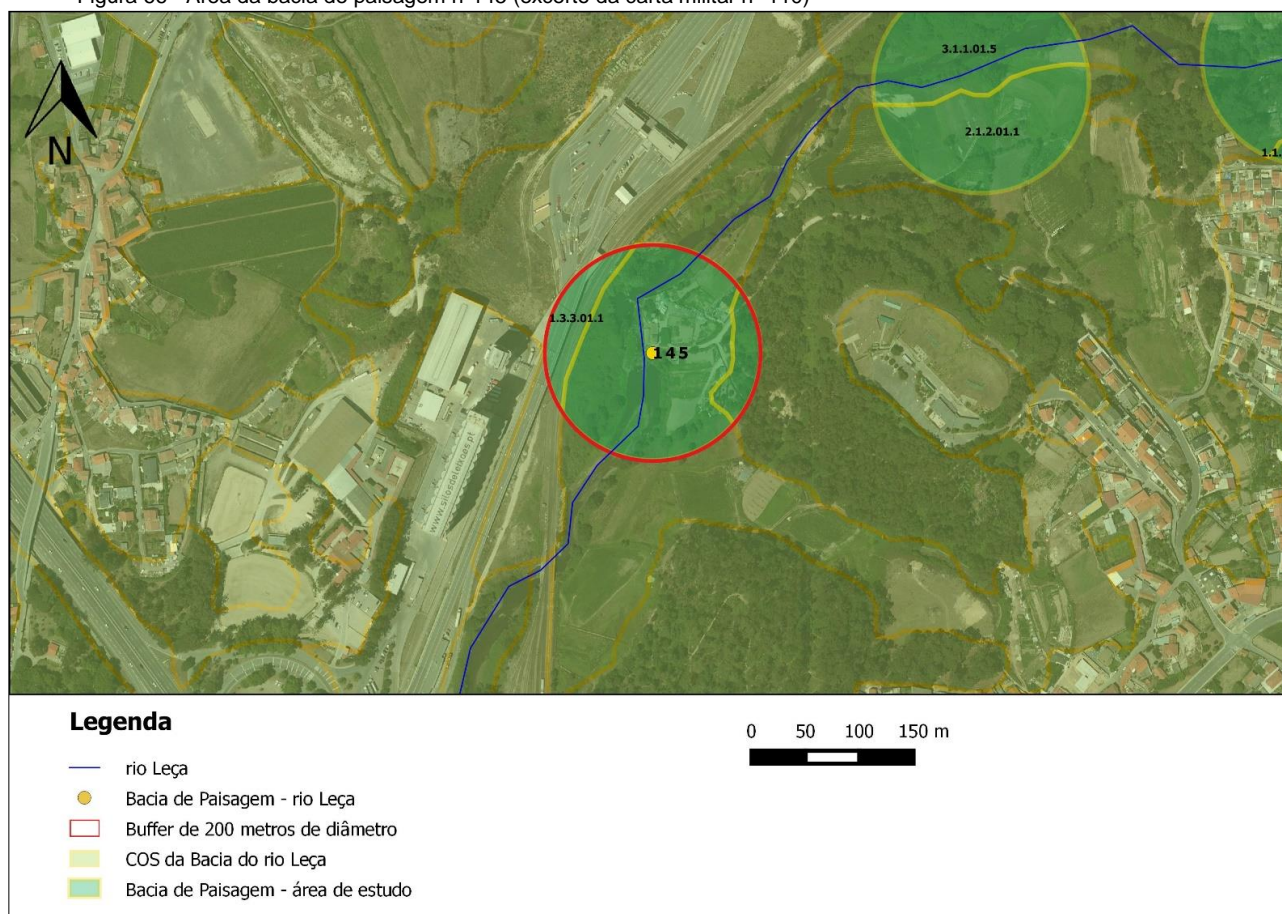


Figura 67 - Área da bacia de paisagem nº145 (fonte: Google Earth)

Tabela 19 - Avaliação da área da bacia de paisagem com base na COS

Classificação COS		Classificação no terreno com base na COS	
Numeração	Tipo de Utilização	Numeração	Tipo de Utilização
1.3.3.01.1	Tecido urbano descontínuo	1	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos
2.1.2.01.1	Culturas temporárias de regadio	2	Vegetação herbácea natural
3.1.1.01.5	Tecido urbano descontínuo	3	Cursos de água naturais
		4	Tecido urbano descontínuo
		5	Culturas temporárias e/ou pastagens associadas a culturas permanentes / Sistemas culturais e parcelares complexos



Figura 68 - Envoltente da BP145 - Parte 1 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 69 - Envoltente da BP145 - Parte 2 (Fonte: Rui Francisco)



Figura 70 - Envoltente da BP145 - Parte 3 (Fonte: Rui Francisco)

Tabela 20 - Classificação da CICES da BP145

[illegible]

Tabela 21 - Classificação da avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola da BP145

	Tipo de elemento de paisagem	Pontos de monitorização da BP	Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola																													
			MARGEM						Avaliação má timaAdeal	A valiação Realizada - sub-total	Melhora + parciais	MARGEM						Avaliação má timaAdeal	A valiação Realizada - sub-total	Melhora + parciais												
			Margem Esquerda									Margem Direita																				
			Ripario			Zonas de areais	atidade de margem	Pontos pontuais de poluição				Ripario			Zonas de areais	atidade de margem	Pontos pontuais de poluição				Leito			Água								
			Continuidade	Conectividade	Amplitude							Continuidade	Conectividade	Amplitude							Continuidade	Conectividade	Amplitude	Continuidade	Conectividade	Amplitude	Continuidade	Conectividade	Amplitude			
Culturas temporárias e/ou pastagens arborizadas e culturas permanentes / Sistema cultural e	2.4.1/2.4.1	Ponto 145	1	1	1				1	3	2	30	9	21				2	1	1	2	3	2	30	11	19	2	2	2	3	2	3
Vegetação herbácea natural	3.2.1.01.1	Ponto 145																														
Correio de água natural	5.1.1.01.1	Ponto 145																														
Tecido urbano descontínuo	1.1.2	Ponto 145																														
Culturas temporárias e/ou pastagens arborizadas	2.4.1/2.4.1	Ponto 145																														

Tabela 22 - Avaliação final da BP145

Avaliação de Cices / Bacias			Avaliação do habitat fluvial e da zona ripícola				Avaliação Final por Bacia de Paisagem		
Avaliação Máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria	Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria		Avaliação máxima/ideal	Avaliação Realizada	Potencial de melhoria
290	180	110	105	41	64		395	221	174

Tabela 23 - Legenda da tabela de análise do rio Leça

Simbologia	Grupo do CICES
A1	Biomassa
A2	Água
A3	Biomassa, Fibra
A4	Água
A5	Fontes de energia baseadas em biomassa
A6	Energia mecânica
A7	Mineral
A8	Não Mineral
A9	Metálico
A10	Não Metálico
A11	Mediação por biota
A12	Mediação por ecossistemas
A13	Fluxos de massa
A14	Fluxos líquidos
A15	Fluxos gasosos / de ar
A16	Manutenção do ciclo de vida, proteção de habitat e pool genético
A17	Controlo de pestes e doenças
A18	Formação e composição de solo
A19	Condições da água
A20	Composição atmosférica e regulação de clima
A21	Interações físicas e empíricas
A22	Interações intelectuais e representacionais
A23	Espiritual e/ou emblemático
A24	Outros outputs culturais